

FORTALECIMIENTO DE LA POLÍTICA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL DESDE
EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD LIBRE
SECCIONAL SOCORRO IDENTIFICANDO LOS FENÓMENOS QUE ALTERAN
LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS MUNICIPIOS A
NIVEL REGIONAL

ANDRÉS JULIÁN MEJÍA BERNAL

UNIVERSIDAD LIBRE CAMPUS MAJAVITA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
SOCORRO, SANTANDER
2020

FORTALECIMIENTO DE LA POLÍTICA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL DESDE
EL CONTEXTO DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD LIBRE
SECCIONAL SOCORRO IDENTIFICANDO LOS FENÓMENOS QUE ALTERAN
LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS MUNICIPIOS A
NIVEL REGIONAL

ANDRÉS JULIÁN MEJÍA BERNAL

PASANTÍA REALIZADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL

DOCENTE TUTORA: SANDRA LILIANA GÓMEZ AYALA, QUÍMICA, MsC., PhD.

UNIVERSIDAD LIBRE CAMPUS MAJAVITA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
SOCORRO, SANTANDER
2020

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

El alcance de este tan excelente logro va dedicado a mis queridos padres Luis Enrique Mejía y Leonor Bernal, a mis queridos hermanos quienes son la mayor motivación que me ha permitido luchar por cada uno de mis grandes sueños. Metas con las cuales busco formarme como un gran profesional ético y sencillo.

A mi querida novia Maira Alejandra Santos mujer guerrera y emprendedora que me ha enseñado a luchar por los sueños y metas y, a no desfallecer ante ningún obstáculo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios todo poderoso por permitirme alcanzar tan excelente logro, a él todo el honor y la gloria.

A mis padres y hermanos por apoyarme durante este proceso, en el cual juntos luchamos por el mismo propósito, alcanzar mi título profesional.

A mi querida novia por brindarme todo su apoyo y amor durante toda nuestra formación, por ser tan indispensable en cada idea y experiencia vivida.

A la Universidad Libre quien por medio de su planta docente me formo con todos los principios éticos y profesionales que me permitirán servir a la sociedad con responsabilidad y transparencia.

A la doctora Sandra Liliana Gómez Ayala tutora y guía de este excelente trabajo que permitió enriquecer mi conocimiento y fortalecer mis habilidades.

A la Química María Fabiola Arenas Estévez y la Microbióloga Doctora Martha Lucia Díaz Rodríguez por su acompañamiento y dedicación en cada uno de los procesos desarrollados durante mi estadía en el laboratorio de aguas y microbiología.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2. INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	13
2.1. ORGANIZACIÓN	13
2.1.1. MISIÓN	14
2.1.2. VISIÓN	14
2.2. LABORATORIO DE AGUAS Y MICROBIOLOGÍA	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVOS	17
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
5. MARCO TEÓRICO.....	18
5.1 Resolución 2115 de 2007	18
5.2. NTC-ISO/IEC 17025	18
5.2.1. Objetivo y campo de aplicación	18
5.3. Política ambiental universitaria	19
5.3.1. Objetivo general	19
5.3.2. Objetivos específicos.....	19
5.5. Aseguramiento de la calidad analítica	20
5.6. Reporte de los resultados	20

6. METODOLOGÍA.....	21
6.1 Localización de realización de la pasantía	21
6.2 Materiales y equipos.....	22
6.3 Actividades realizadas	23
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
7.1 Comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas	25
7.2 Comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas	31
7.3 Desarrollo de actividades propias del laboratorio	43
7.4 Diagnóstico inicial del Sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas y microbiología.....	49
8. CONCLUSIONES	55
9. RECOMENDACIONES	57
10. BIBLIOGRAFÍA	58
11. ANEXOS	59

GRÁFICAS

Gráfica 1. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP CORAGUAS.	25
Gráfica 2. PTAP CORAGUAS aspectos generales del sistema de distribución....	26
Gráfica 3. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP PALMEÑA.	27
Gráfica 4. PTAP PALMEÑA aspectos generales del sistema de distribución.	27
Gráfica 5. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP ACUASAN	28
Gráfica 6. PTAP ACUASAN aspectos generales del sistema de distribución	29
Gráfica 7. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP CONFINEÑA.....	29
Gráfica 8. PTAP CONFINEÑA aspectos generales del sistema de distribución ..	30
Gráfica 9. Muestras potables (ACUASAN).....	32
Gráfica 10. Porcentaje parámetros no cumplidos (ACUASAN).....	33
Gráfica 11. Muestras potables (CONFINEÑA)	33
Gráfica 12. Porcentaje parámetros no cumplidos (CONFINEÑA)	34
Gráfica 13. Muestras potables (PALMEÑA)	35
Gráfica 14. Muestras potables (PTAP Cabras)	36
Gráfica 15. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Cabras)	36

Gráfica 16. Muestras potables (PTAP Callejona).....	37
Gráfica 17. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Callejona)	38
Gráfica 18. Muestras potables (PTAP Capellanía).....	38
Gráfica 20. Muestras potables (PTAP Gualilos).....	40
Gráfica 21. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Gualilos)	40
Gráfica 22. Muestras potables (PTAP Casco Urbano).....	41
Gráfica 23. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Casco Urbano)	42
Gráfica 24. Muestras recepcionadas por periodo.....	44
Gráfica 25. Muestras recepcionadas por tipo de cliente	45
Gráfica 26. Porcentaje de muestras recepcionadas por convenio	46
Gráfica 27. Muestras naturales suministradas por convenio.....	46
Gráfica 28. Muestras potables suministradas por convenio	47
Gráfica 30. Porcentaje de cumplimiento por sección	52
Gráfica 31. Resultado evaluación de cumplimiento	52

TABLAS

Tabla 1. Características físicas y químicas del agua para consumo humano	31
Tabla 2. Recepción de muestras (comparativo por periodo)	43
Tabla 3. Recepción de muestras (tipo de cliente).....	44
Tabla 4. Muestras recepcionadas por convenio (2019-2).....	45
Tabla 5. Registro de prácticas académicas, tesis e investigaciones formativas.....	48
Tabla 6. Matriz diagnóstico inicial del laboratorio de aguas y microbiología en base a la NTC-IS0/17025 (aparte1)	49
Tabla 7. Matriz diagnóstico inicial del laboratorio de aguas y microbiología en base a la NTC-IS0/17025 (aparte2)	50
Tabla 8. Resultados diagnóstico inicial del laboratorio, ítems según NTC-IS0 17025	51
Tabla 9. Resultados de una muestra de agua potable	53
Tabla 10. Resultados de una muestra de agua natural	54

RESUMEN

Realizar la practica como pasante del laboratorio de aguas y microbiología permite fortalecer el conocimiento, aclarando a su vez los vacíos que quedan a lo largo de la formación teórica. El tema direccionado a garantizar la calidad del agua para consumo humano que se suministra a las poblaciones por parte de las empresas prestadoras de servicio de acueducto municipal, promueve a la formación de un profesional ético que aporta de forma directa al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades desde el contexto social y ambiental.

Para fortalecer de la política de responsabilidad social desde el contexto de la ingeniería ambiental de la universidad libre seccional socorro identificando los fenómenos que alteran la calidad del agua para consumo humano en los municipios a nivel regional, se realizaron visitas de acompañamiento que permitieron emitir un diagnóstico sobre el estado de las plantas de tratamiento de cada una de las localidades en lo que respecta a las buenas prácticas sanitarias en base a la resolución 82 del 16 de enero de 2009. Y poder así asesorar la operación de las mismas en las dudas surgidas durante los procesos de operación en particular.

Desde la parte interna del laboratorio se promovió al fortalecimiento de la proyección social ambiental a través del acompañamiento de las practicas académicas e investigativas de docentes y estudiantes. De igual forma fueron realizadas las actividades propias del laboratorio en las cuales se llevaron a cabo los análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las muestras suministradas por los clientes particulares y clientes con convenios vigente con el laboratorio, es así como se logró aportar de forma social y oportuna las soluciones a las diferentes entidades prestadoras de servicio con el propósito de contrarrestar los fenómenos que en su momento afectaron las características del agua suministrada a las poblaciones para su consumo, orientando las acciones de prevención y control

Se logra elaborar un diagnóstico inicial al sistema de gestión de calidad del laboratorio basado en la ISO 17025, en el cual se obtiene como resultado el grado de cumplimiento de la norma por parte del mismo y se registran las observaciones que se deben seguir para poder dar cumplimiento en un 100% a los criterios de evaluación según la norma en mención.

INTRODUCCIÓN

La responsabilidad social ambiental es un modelo de gestión que se puede implementar a través de aquellas actividades que las empresas pueden rendir su contribución para un mundo mejor, ayudando activa y voluntariamente al mejoramiento social, económico, ambiental y al mismo tiempo generar beneficios para todos. El mejoramiento ambiental es uno de sus pilares esenciales, a través del cual se busca promover un ambiente más sano y libre de contaminación. La responsabilidad social ambiental forma parte de los valores que posee un ser humano y que se le puede considerar como una virtud que no todos ponemos en práctica (Guido Poveda & Joe Parrales, 2018).

En el entorno académico, la responsabilidad social es un tema de gran relevancia. El programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Libre tiene como objetivo garantizar la continuidad en la proyección social del programa a nivel local, regional, nacional e internacional para que sea reconocida por su compromiso con los problemas ambientales. De esta manera se busca desde el laboratorio de aguas y microbiología campus Majavita, contribuir al fortalecimiento de la responsabilidad social, con visitas de acompañamiento a diferentes plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) de los municipios que han firmado convenio y/o contrato de prestación de servicios con el laboratorio, para el estudio continuo del agua que está siendo suministrada a sus poblaciones a nivel regional determinando de esta forma los fenómenos que alteran el estado de la misma y aportar así a la mejora continua de los servicios prestados por las partes. Desde la universidad, el laboratorio fortalece el aspecto social a través del acompañamiento práctico a actividades académicas e investigativas de docentes y estudiantes. Por lo anterior, el laboratorio de aguas y microbiología campus Majavita, propende aumentar la demanda de servicios fortaleciendo en conjunto con la Universidad Libre la competitividad social, ambiental y económica.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La baja calidad del agua para consumo genera enfermedades en las poblaciones, este es un recurso natural esencial que debe cumplir con ciertos estándares para satisfacer las necesidades de las mismas (Guzmán, Nava & Díaz, 2015). El laboratorio de aguas y microbiología de la Universidad Libre seccional Socorro es una entidad que presta los servicios de análisis de muestras de agua natural y potable a privados y particulares el cual, busca fortalecer la política social desde el ámbito de la ingeniería ambiental, prestando un servicio a la comunidad aledaña en aras de facilitar, con confiabilidad, los valores de parámetros de calidad del agua y así, tener un conocimiento real del estado de las fuentes hídricas que abastecen la región.

Con el propósito de lograr este objetivo, el laboratorio de aguas trabaja en actualizar normas, calibrar equipos, capacitar personal para ofrecer los servicios de análisis de muestras con calidad. Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de dar un valor agregado al servicio ofertado se decidió realizar las visitas de acompañamiento a las instalaciones de aquellas empresas con convenio vigente con el laboratorio con el propósito de asesorar en aquellos aspectos en los que presenten dudas sobre algún proceso en particular que pueda afectar el servicio que prestan a sus comunidades.

2. INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

2.1. ORGANIZACIÓN

La Universidad Libre fundada hace 87 años propende por la construcción permanente de un mejor país y de una sociedad democrática, pluralista y tolerante. Que a lo largo de su historia se ha comprometido a formar dirigentes para la sociedad, propender por la identidad nacional colombiana respetando la diversidad cultural, regional y étnica, procurar la preservación del medio ambiente y el equilibrio de los recursos naturales. La Universidad Libre Socorro es una entidad privada sin ánimo de lucro que se esfuerza por sacar profesionales en distintas áreas con alta calidad. Esta seccional tiene como objetivos:

- Realizar investigación científica, técnica y tecnológica, en aquellos campos que demanden las zonas de influencia de la Corporación para buscar soluciones teóricas y prácticas que contribuyan al desarrollo y al progreso de los sectores educativo, económico, social y político de los colombianos.
- Adelantar programas de educación en diversas modalidades y niveles.
- Promover la formación científica y pedagógica del personal docente e investigativo que garantice la calidad de la educación en sus diferentes niveles y modalidades.
- Propiciar la integración de la Corporación con otros sectores básicos de la actividad socioeconómica en el nivel nacional, regional e internacional.
- Realizar intercambios educativos, culturales, científicos, artísticos y de servicios con entidades nacionales y extranjeras conducentes a la defensa de los principios y al cumplimiento de los objetivos de la Corporación, dentro del contexto constitucional y legal colombiano.
- Formar en el estudiante una conciencia crítica constructiva para el ejercicio de sus derechos y el cumplimiento de sus deberes con fundamento en la función social de la educación.
- Coadyuvar a la preservación de los recursos naturales y del medio ambiente.
- Auspiciar la capacitación y la educación continuada tendientes a garantizar la continuidad de la formación integral de profesores, estudiantes y egresados.

- Buscar la formación de profesionales en todas las áreas del conocimiento, que sobresalgan por su entereza moral, excelencia académica, amor al estudio y a la investigación, decisión de luchar en defensa de la democracia, la libertad y la dignidad del hombre; resultando de este esfuerzo, personas respetuosas de las creencias y derechos de los demás.
- Publicar en periódicos, revistas, libros y folletos, editar videos y similares para divulgar las investigaciones, planes, programas y proyectos de la Corporación.

2.1.1. MISIÓN

La Universidad Libre como conciencia crítica del país y de la época, recreadora de los conocimientos científicos y tecnológicos, proyectados hacia la formación integral de un egresado acorde con las necesidades fundamentales de la sociedad, hace suyo el compromiso de:

- Formar dirigentes para la sociedad. (Los sectores dirigentes de la sociedad).
- Propender por la identidad de la nacionalidad colombiana, respetando la diversidad cultural, regional y étnica del país.
- Procurar la preservación del medio y el equilibrio de los recursos naturales.
- Ser espacio para la formación de personas democráticas, pluralistas, tolerantes y cultoras de la diferencia.

2.1.2. VISIÓN

La Universidad Libre es una corporación de educación privada, que propende por la construcción permanente de un mejor país y de una sociedad democrática, pluralista y tolerante, e impulsa el desarrollo sostenible, iluminada por los principios filosóficos y éticos de su fundador, con liderazgo en los procesos de investigación, ciencia, tecnología y solución pacífica de los conflictos.

2.2. LABORATORIO DE AGUAS Y MICROBIOLOGÍA

El laboratorio de aguas y microbiología presta servicios de análisis físicos, químicos y microbiológicos de aguas naturales y tratadas.

El laboratorio tiene como objetivo ofrecer servicios de extensión técnica en determinación de calidad de agua, apoyar la investigación universitaria aplicando principios de química analítica y fortalecer la académica a través de prácticas en el área ambiental. Su objetivo es fortalecer la investigación de los análisis realizados en los proyectos y prácticas académicas, así como para el servicio a la comunidad en general.

2.2.1. MISIÓN

Brindar un servicio de extensión técnica en química analítica para la determinación de calidad ambiental garantizando la imparcialidad, confiabilidad, confidencialidad y objetividad de los resultados emitidos, contando con un personal competente y equipos de alta tecnología preservando los recursos naturales.

2.2.2. VISIÓN

El Laboratorio de Aguas de la Universidad Libre Seccional Socorro, busca posicionarse como uno de los mejores laboratorios académicos de Santander, con liderazgo en los procesos de investigación y aplicación tecnológica en el área ambiental en un periodo de 5 años.

3. JUSTIFICACIÓN

La calidad del agua para consumo humano se ha asociado con la aparición de diversas enfermedades. El estudio de la relación entre estos eventos permitiría reflejar el impacto de su calidad en su consumo con la salud de la población y así, orientar acciones de prevención y promoción en salud ambiental (Guzmán, Nava & Díaz, 2015).

La Universidad Libre de Colombia es una entidad certificada en alta calidad que, desde el área del laboratorio de aguas y microbiología-campus Majavita, presta los servicios de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de aguas naturales y potables. En aras de fortalecer la política social se decide llegar a los municipios de la región a brindar acompañamiento a las entidades prestadoras de servicios públicos en este caso las empresas de acueductos municipales, esta iniciativa busca aportar de forma directa a dichas entidades que garanticen la calidad del recurso hídrico para el consumo de las poblaciones demandantes del mismo.

Es así como el trabajo en conjunto le permitirá a la Universidad Libre fortalecer la comunidad universitaria desde el programa de ingeniería con el propósito de promover la optimización y ahorro de los recursos naturales y a su vez aportar a la comunidad en el mejoramiento de la calidad de vida de forma positiva en cada una de las poblaciones.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la política de responsabilidad social desde el contexto de la ingeniería ambiental de la Universidad Libre seccional Socorro identificando los fenómenos que alteran la calidad del agua para consumo humano en los municipios a nivel regional.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar acompañamiento a las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) de empresas cuyo convenio con el laboratorio de aguas y microbiología de la Universidad Libre campus Majavita se encuentre vigente.
2. Determinar el comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de aguas con las empresas que presentan convenios vigentes con el laboratorio de aguas y microbiología de la Universidad Libre campus Majavita.
3. Desarrollar las actividades propias del laboratorio de aguas y microbiología.
4. Realizar un diagnóstico inicial al sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas y microbiología.

5. MARCO TEÓRICO

Los contenidos que se proponen tienen como finalidad abordar desde el ámbito ambiental el proceso de calificación de la calidad del agua y los requisitos que se deben cumplir desde el análisis de una muestra hasta el reporte de los resultados.

5.1 Resolución 2115 de 2007

Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

5.2. NTC-ISO/IEC 17025

Actualmente una empresa que desee elaborar e implementar un sistema de gestión de calidad, tiene la oportunidad de seleccionar dependiendo de sus productos y de sus capacidades empresariales, en general, entre las diferentes posibilidades que ofrecen las normas ISO en cuanto a calidad se refiere.

La norma ISO/IEC 17025 contiene todos los requisitos que los laboratorios de ensayo y calibración tienen que cumplir si quieren demostrar que operan un sistema de calidad, son técnicamente competentes y se encuentran en capacidad de generar resultados válidos técnicamente, además requiere que se documenten todos los procedimientos que se llevan a cabo en un laboratorio que preste sus servicios y que hacen parte de los requisitos tanto de gestión como técnicos (Bolívar Carreño, 2006).

5.2.1. Objetivo y campo de aplicación

- Ésta norma internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos y/o calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio.
- La norma se encuentra establecida para aplicar a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo y/o calibración. Cuando un laboratorio no realiza una o varias de las actividades contempladas en esta Norma Internacional, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican.

- Se crea esta norma para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas. También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios. Esta norma internacional no está destinada a ser utilizada como base para la certificación de los laboratorios.

5.3. Política ambiental universitaria

Resolución No. 04 octubre 22 de 2012. Artículo 3

Por medio del cual se fija la Política Ambiental para la Universidad Libre en el marco del desarrollo del Sistema de Gestión Ambiental – SGA.

5.3.1. Objetivo general

Comprometer a la comunidad universitaria en la implementación de procesos tendientes a la gestión eficiente y a la formación ambiental, con miras a una educación integral desde lo académico-administrativo, basados en la perspectiva del desarrollo sostenible y la responsabilidad social ambiental.

5.3.2. Objetivos específicos

Incorporar a las estrategias académicas y administrativas aspectos relacionados con la dimensión ambiental, que integren a la comunidad universitaria en torno a la conservación de los recursos, la prevención y mitigación de los impactos ambientales que subyacen a la actividad educativa.

Favorecer el desarrollo biofísico de la universidad desde los principios de la responsabilidad social, promoviendo criterios de ahorro y optimización de recursos, previniendo y controlando la contaminación de los elementos aire, agua y suelo, apoyados en el estudio y aplicación de la legislación y reglamentación ambiental vigente.

Integrar a la comunidad educativa en torno a los problemas ambientales de orden institucional y local, a fin de identificar soluciones en el marco de los procesos de investigación y de manera interdisciplinaria con la participación de los diferentes

niveles de formación que ofrece la Universidad Libre y actores relacionados con la gestión ambiental.

5.5. Aseguramiento de la calidad analítica

El aseguramiento de la calidad analítica forma parte imprescindible de la administración de laboratorios, que busca demostrar y evaluar de manera transparente, objetiva y documentada la validez de los procedimientos utilizados en el laboratorio para generar datos confiables, mediante la participación de un tercero. El aseguramiento de calidad presupone la existencia de un sistema de control de calidad (Quality Control) de las mediciones, de un sistema de evaluación de la calidad (Quality Assessment) y de un sistema de documentación que proporcione evidencia objetiva de su existencia. La ausencia de cualquiera de estos componentes compromete la validez de los resultados analíticos (Rodríguez Benavides & Blanco Sáenz, 2001).

5.6. Reporte de los resultados

Los resultados deben ser reportados exacta, clara y objetivamente y debe darse toda la información relevante para que sean interpretados adecuadamente por el cliente.

Los contenidos mínimos del informe son: un título; nombre y dirección del laboratorio y lugar en donde se hicieron los análisis, si se hicieron fuera del laboratorio; identificación única del análisis, y de cada página, como parte de un todo y una clara identificación del final del mismo; nombre y dirección del cliente; fecha de recibo de la muestra, fecha en que se realizó el análisis, si es relevante para la interpretación de los resultados; los resultados, con sus unidades; referencia a los procedimientos de toma de muestras y de métodos de análisis oficiales utilizados, o breve descripción clara de cualquier método no oficial utilizado; identificación de estándares o especificaciones relevantes para la prueba; desviaciones, adiciones o exclusiones de los métodos de prueba, e información sobre condiciones ambientales relevantes; el nombre, funciones y firma de la(s) persona(s) autorizando el reporte; cuando sea relevante, una declaración de que los resultados se relacionan sólo a la muestra analizada (Rodríguez Benavides & Blanco Sáenz, 2001).

6. METODOLOGÍA

6.1 Localización de realización de la pasantía

La pasantía fue desarrollada en las instalaciones del laboratorio de aguas y microbiología campus Majavita de la Universidad Libre Seccional Socorro como lo muestra la figura 1, bajo la dirección de la Quím. MSc. María Fabiola Arenas Estévez - TP. PQ1591

Figura 1. Planta física laboratorio de aguas y microbiología

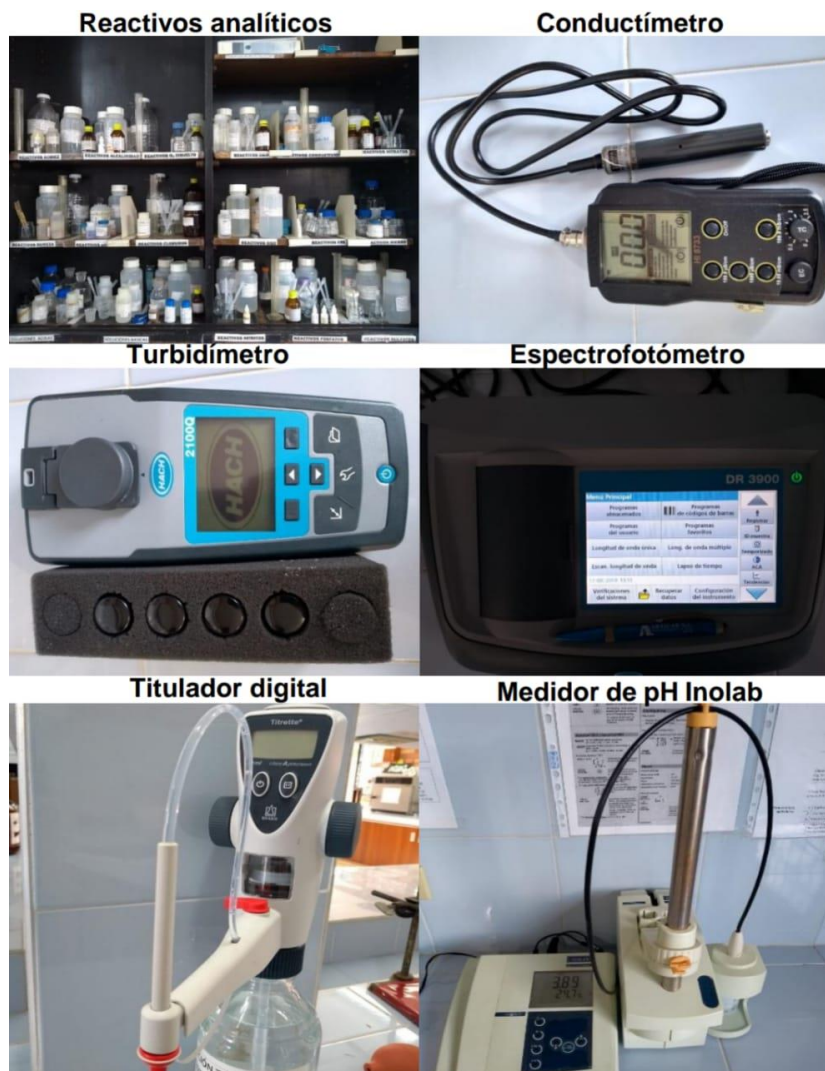


Fuente: Tomada por el autor.

6.2 Materiales y equipos

Los materiales y equipos empleados durante el proceso de la pasantía, para el desarrollo de las actividades, son particularmente para el uso exclusivo de los procesos de caracterización de aguas crudas y tratadas, los cuales se muestran en la figura 2.

Figura 2. Materiales y equipos de laboratorio



Fuente: Tomada por el autor.

Nota: Los anteriores equipos y materiales en mención son utilizados para el análisis de los parámetros colorimétricos (Color, Cloro Residual Libre, Fosfatos, Hierro Total, Nitratos y Nitritos), instrumentales (Conductividad, Sulfatos, pH y Turbiedad) y volumétricos (Alcalinidad, Cloruros y Durezas). Observar más equipos en archivo digital (ver, Anexo 10).

6.3 Actividades realizadas

Según los objetivos planteados, se propusieron actividades para lograr cumplirlos por lo que se hizo necesario dividir las por fases como sigue a continuación.

1. Visitas a plantas de tratamiento

- Se realizaron las visitas correspondientes a las diferentes plantas de tratamiento de agua potable PTAP en convenio vigente con el laboratorio de aguas PTAP (CORAGUAS)-municipio de Guapotá, PTAP (PALMEÑA)-municipio de Palmas del Socorro, PTAP (ACUASAN)-municipio de San Gil y PTAP (CONFINEÑA)-municipio de Confines.
- Se realizó diligenciamiento de los formatos de visita en campo.

2. Informe de comportamiento de resultados de las muestras analizadas

- Se redactaron los informes técnicos sobre visitas.
- Se llevó a cabo el informe de análisis sobre el comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de aguas de las empresas de estudio.

3. Actividades desarrolladas dentro del laboratorio

- Se realizó recepción de muestras naturales y potables.
- Se efectuó la realización de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas mediante procesos y aplicación de métodos establecidos.
- Se ejecutó la digitalización y registro de resultados de muestras y seguimiento de actividades.
- Se realizó monitoreo de prácticas académicas.
- Se brindó apoyo a investigaciones aplicadas y formativas.
- Se llevó a cabo seguimiento de control a equipos, instrumentos y materiales de laboratorio.
- Se realizó seguimiento continuo de las cartas de control.

4. Diagnóstico inicial del sistema de gestión de calidad del laboratorio

- Se realizó una matriz de diagnóstico inicial en la cual se identificaron los ítems que cumple y no cumple el laboratorio según NTC-ISO/17025:2017 y observaciones.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la pasantía se muestran de acuerdo a los objetivos planteados.

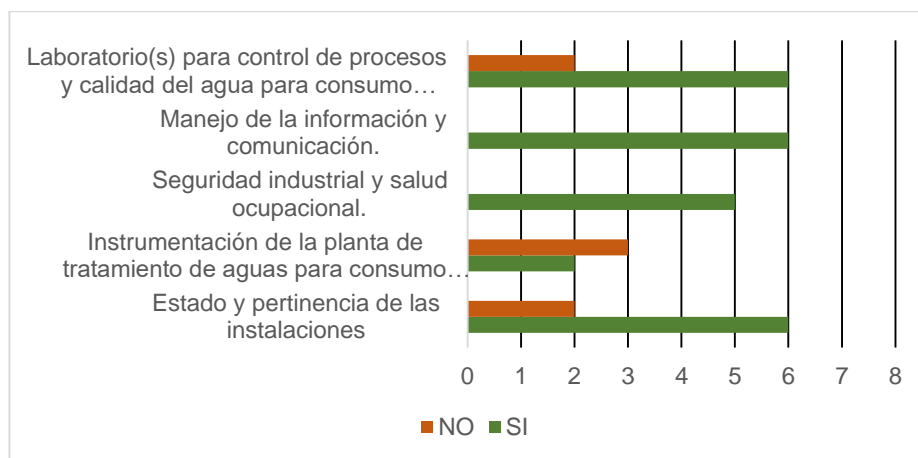
7.1 Comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas

El laboratorio de aguas y microbiología firmó convenio de prestación de servicios para el año 2019 con las empresas prestadoras de servicios públicos de cuatro municipios entre los que se encuentran: Confines, Guapotá, Palmas del Socorro y San Gil del departamento de Santander.

7.1.1. PTAP CORAGUAS E.S.P. municipio de Guapotá

Las buenas practicas sanitarias son un conjunto de normas y recomendaciones técnicas, que aseguran la protección de la salud humana y el medio ambiente. La gráfica 1 permite concluir que la PTAP CORAGUAS cumple aproximadamente un 78% de los aspectos generales de las buenas practicas sanitarias (BPS), por lo cual se hace necesario un seguimiento que garantice eficazmente el buen manejo y funcionamiento de la misma. El 60% de los ítems de instrumentación de la planta de tratamiento de aguas para consumo humano no se están cumpliendo por la baja estimación de los caudales expuestos a la salida, así como el consumo en el lavado de filtros y demás de las instalaciones.

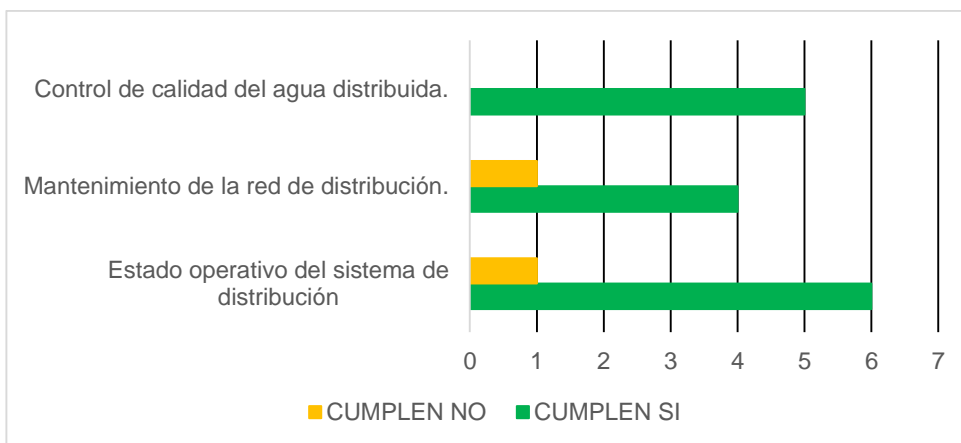
Gráfica 1. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP CORAGUAS.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 2, la PTAP CORAGUAS no cumple el 12% de los aspectos generales del sistema de distribución de las BPS, implementación necesaria para el excelente estado del sistema. La calidad del agua distribuida cumple el 100% de los criterios evaluados por las BPS garantizando el servicio, el estado operativo del sistema de distribución reflejan un incumplimiento del 15%, aspectos que se requiere sean mejorados para garantizar la operatividad de la planta de tratamiento de agua potable.

Gráfica 2. PTAP CORAGUAS aspectos generales del sistema de distribución.

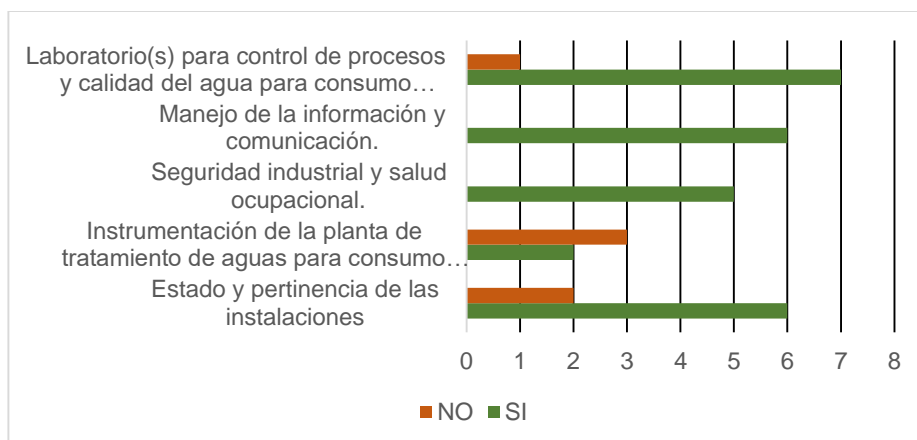


Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 PTAP PALMEÑA municipio de Palmas del Socorro

La gráfica 3 permite observar que la PTAP PALMEÑA cumple en un 81% los aspectos generales de las BPS, por lo cual se hace necesario un seguimiento que garantice de manera eficaz el buen manejo y funcionamiento de la misma. El 60% de los ítems de instrumentación de la planta de tratamiento de agua potable para consumo humano no se están cumpliendo por la baja estimación de los caudales expuestos a la salida, así como el consumo en el lavado de filtros e instalaciones. PALMEÑA S.A.S ESP cumple en un 100% con el manejo de la información y comunicación, la seguridad industrial y salud ocupacional.

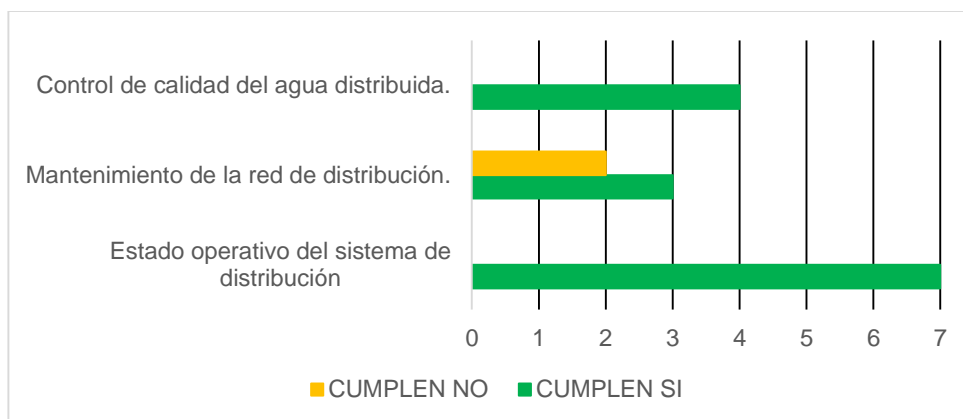
Gráfica 3. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP PALMEÑA.



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 4 se aprecia que la PTAP PALMEÑA cumple en un 87% los aspectos generales del sistema de distribución de las BPS, los cuales se deben respaldar para mantener el excelente estado y funcionamiento del sistema. La calidad del agua distribuida y el estado operativo del sistema de distribución cumplen el 100% de los criterios evaluados por las BPS avalando la calidad del servicio, solo el mantenimiento de la red de distribución no cumple en un 40%, aspectos que se requiere sean mejorados para garantizar la operatividad de la planta de tratamiento de agua potable.

Gráfica 4. PTAP PALMEÑA aspectos generales del sistema de distribución.

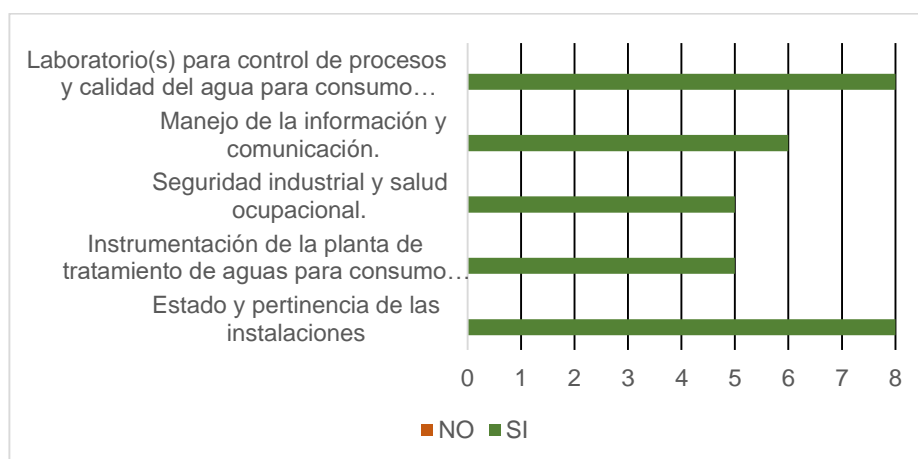


Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 PTAP ACUASAN municipio de San Gil

Con respecto a la gráfica 5 se concluye que la empresa prestadora de servicios públicos ACUASAN EICE ESP, cumple en un 100% los aspectos generales de las BPS garantizando un excelente manejo y funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable.

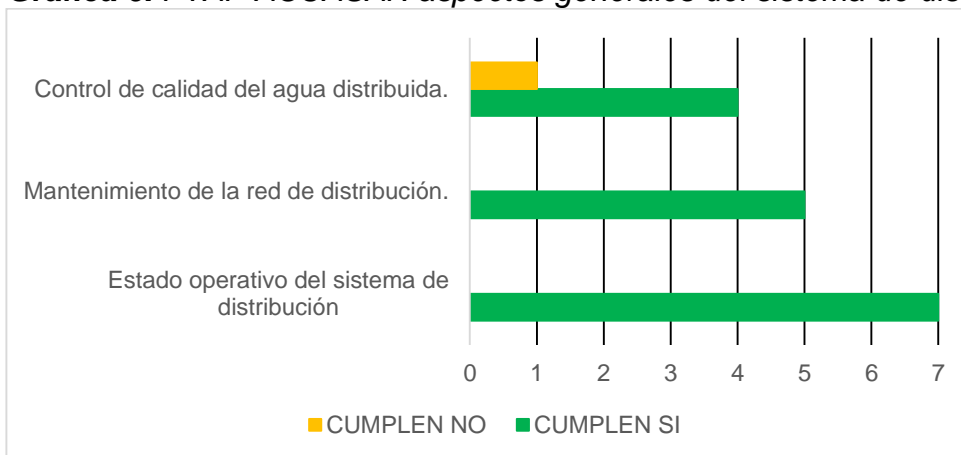
Gráfica 5. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP ACUASAN



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 6 la PTAP ACUASAN cumple en un 94% los aspectos generales del sistema de distribución de las BPS, los cuales respaldan el excelente estado y funcionamiento del sistema. El mantenimiento de la red de distribución y el estado operativo del sistema del mismo cumplen el 100% de los criterios evaluados por las BPS, avalando la calidad del servicio, el control de la calidad del agua refleja un incumplimiento del 20%, aspecto que se requiere sea mejorado para garantizar la calidad del servicio prestado.

Gráfica 6. PTAP ACUASAN aspectos generales del sistema de distribución

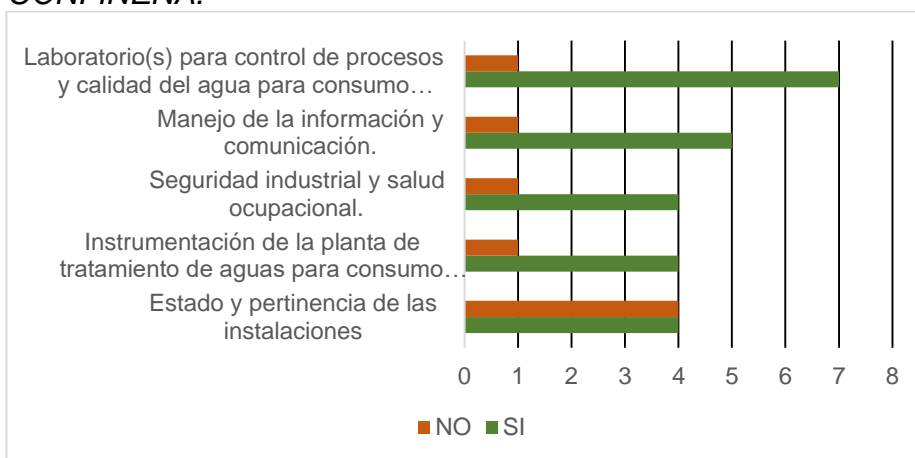


Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Visita PTAP CONFINENSA municipio de Confines

Con el propósito de asegurar la protección de la salud humana y el medio ambiente, se implementan las buenas practicas sanitarias como conjunto de normas y recomendaciones técnicas. De acuerdo a la gráfica 7 se observa que la PTAP CONFINENSA incumple el 25% de los aspectos generales de las BPS, por lo cual se hace necesario un seguimiento que garantice de forma eficaz el buen manejo y funcionamiento de la misma. El 50% de los ítems del estado y pertinencia de las instalaciones no se están cumpliendo por falta de adecuación de las instalaciones de la planta. CONFINENSA S.A. ESP cumple solo un 88% con el control de procesos de calidad del agua para consumo humano.

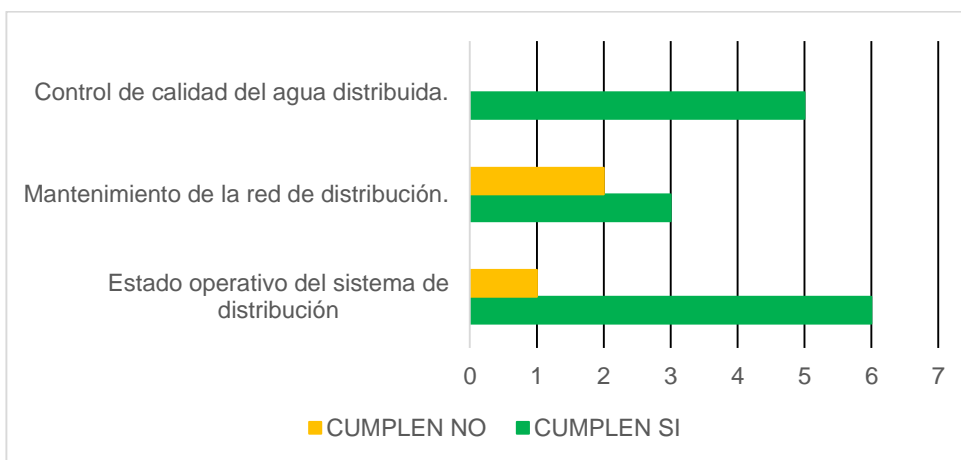
Gráfica 7. Buenas practicas sanitarias (BPS) Aspectos generales PTAP CONFINENSA.



Fuente: Elaboración propia.

Según la gráfica 8 la PTAP CONFINEÑA no cumple el 18% de los aspectos generales del sistema de distribución de las BPS, implementación que es necesaria para mantener el excelente estado y funcionamiento del sistema. La calidad del agua distribuida cumple el 100% de los criterios evaluados por las BPS, asegurando la calidad del servicio. El mantenimiento de la red de distribución no cumple el 40% de los aspectos, los cuales se requiere sean mejorados para garantizar la operatividad de la planta de tratamiento de agua potable.

Gráfica 8. PTAP CONFINEÑA aspectos generales del sistema de distribución



Fuente: Elaboración propia.

Nota: los resultados de las visitas de campo de lo mencionado anteriormente se encuentran en formato original de excel (ver, [Anexo 1](#)).

7.2 Comportamiento de los resultados de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas

El comportamiento de los resultados obtenidos está dado por el consolidado del total de las muestras analizadas por cada una de las empresas prestadoras de servicio, en estos análisis físico-químicos y microbiológicos se caracterizaron diferentes parámetros según el acuerdo realizado por convenio, tales como (alcalinidad total, calcio, cloro residual libre, cloruros, conductividad, color aparente, dureza total, hierro total, magnesio, nitritos, pH, sulfatos, turbiedad, mesófilos, coliformes totales y *E.Coli*).

En la tabla 1 se muestran los valores máximos aceptables para cada uno de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, según resolución 2115 de 2007. De acuerdo a estos se realizó el análisis del comportamiento del consolidado de los resultados obtenidos de las muestras suministradas por cada una de las plantas de tratamiento de agua potable.

Tabla 1. Características físicas y químicas del agua para consumo humano

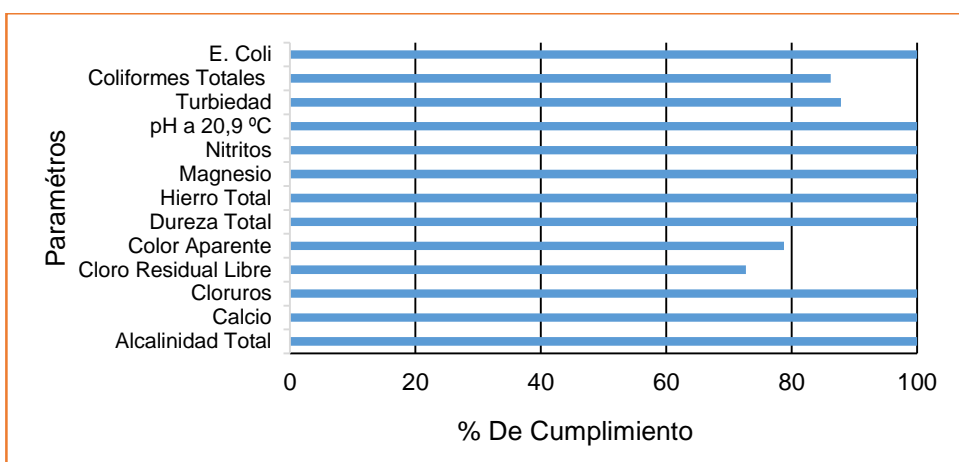
Elementos y compuestos químicos	Unidades	Valor máximo aceptable
Alcalinidad Total	mg/L CaCO_3	200
Calcio	mg/L Ca	60
Cloruros	mg/L Cl^-	250
Cloro Residual Libre	mg/L Cl_2	0,3 – 2,0
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1000
Color Aparente	UPC	15
Dureza Total	mg/L CaCO_3	300
Hierro Total	mg/L Fe	0,3
Magnesio	mg/L Mg	36
Nitritos	mg/L N-NO_2^-	0,1
pH	Unidad pH	6,5 – 9,0
Sulfatos	mg/L SO_4^{-2}	250
Turbiedad	UNT	2
Mesofilos	UFC/100mL	100
Coliformes Totales	UFC/100mL	0
E.Coli	UFC/100mL	0

Fuente: Resolución 2115 (Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007).

7.2.1 Resultados ACUASAN

La PTAP ACUASAN del municipio de San Gil entregó 33 muestras para análisis de laboratorio. La gráfica 9 muestra el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa, de igual forma permite observar que los parámetros físico-químicos (cloro residual libre, color aparente y turbiedad) y microbiológico (coliformes totales), no cumplen en un 100% debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

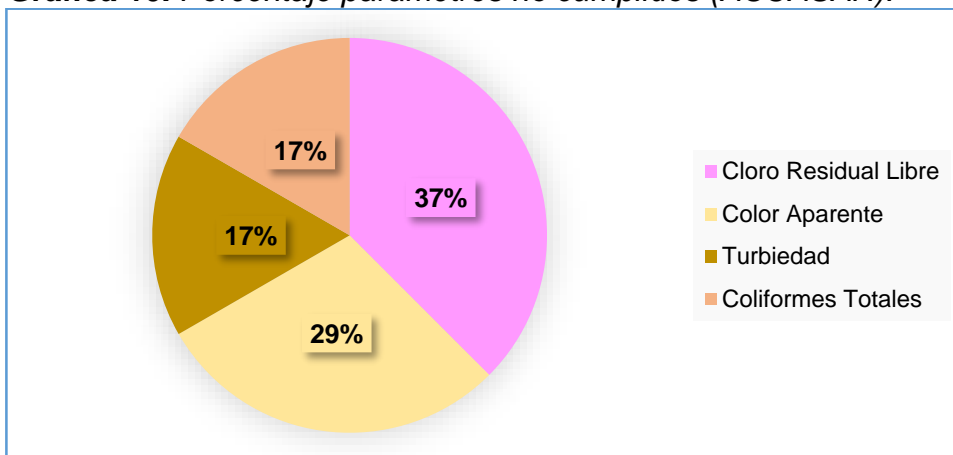
Gráfica 9. Muestras potables (ACUASAN)



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 10 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, el cloro residual libre representa el mayor porcentaje de incumplimiento con un 37%, seguido por el parámetro físico, color aparente, con un 29%. Resultados que reducen el índice de calidad del agua para consumo humano debido a que no cumplen con los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 10. Porcentaje parámetros no cumplidos (ACUASAN).

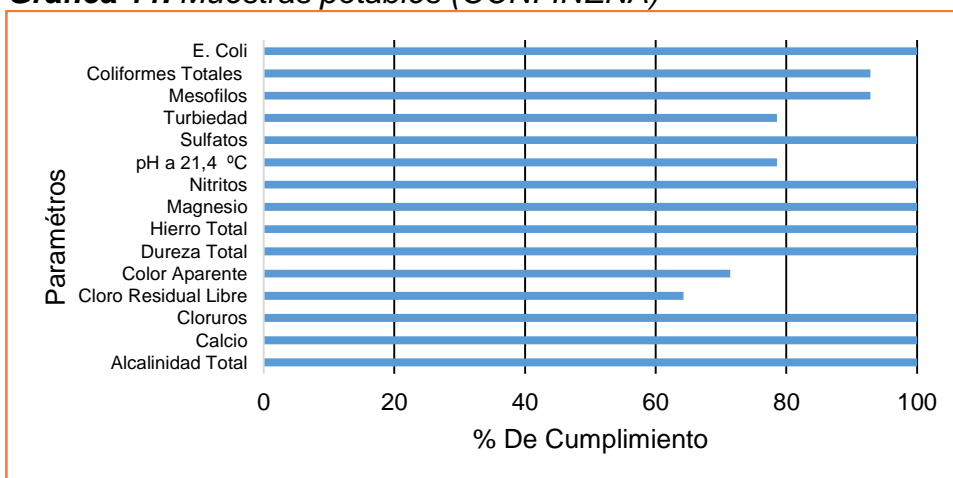


Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Resultados CONFINEÑA

La PTAP CONFINEÑA del municipio de Confines suministró 14 muestras para análisis de laboratorio. En la gráfica 11 se observa el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable entregadas por la empresa, de igual forma permite percibir que los parámetros físico-químicos (cloro residual libre, color aparente, pH y turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales y mesófilos), no cumplen en un 100% debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

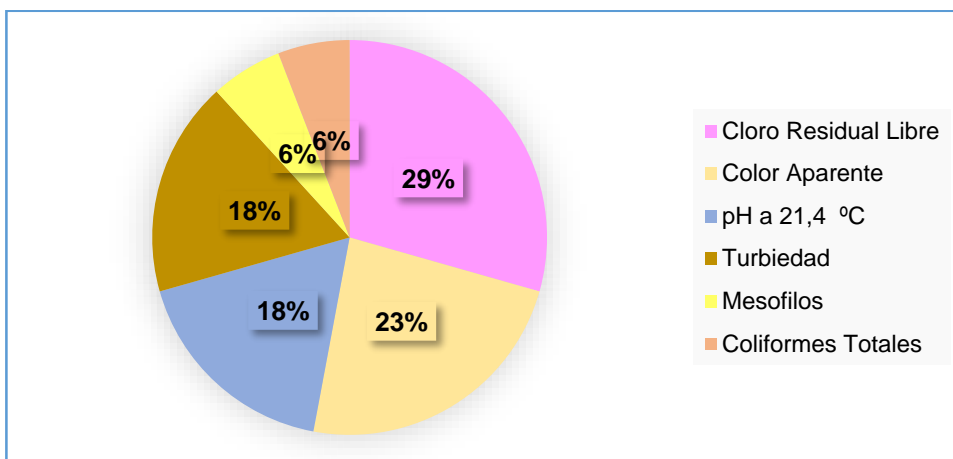
Gráfica 11. Muestras potables (CONFINEÑA)



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 12 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, el cloro residual libre representa el mayor porcentaje de incumplimiento con un 29%, de igual forma el parámetro físico color aparente con un 23%; por otra parte, los parámetros microbiológicos coliformes totales y mesófilos representan los porcentajes más bajos de incumplimiento con un 6% c/u. Estos resultados alteran el índice de calidad del agua para consumo humano por no cumplir con los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 12. Porcentaje parámetros no cumplidos (CONFINENSA)

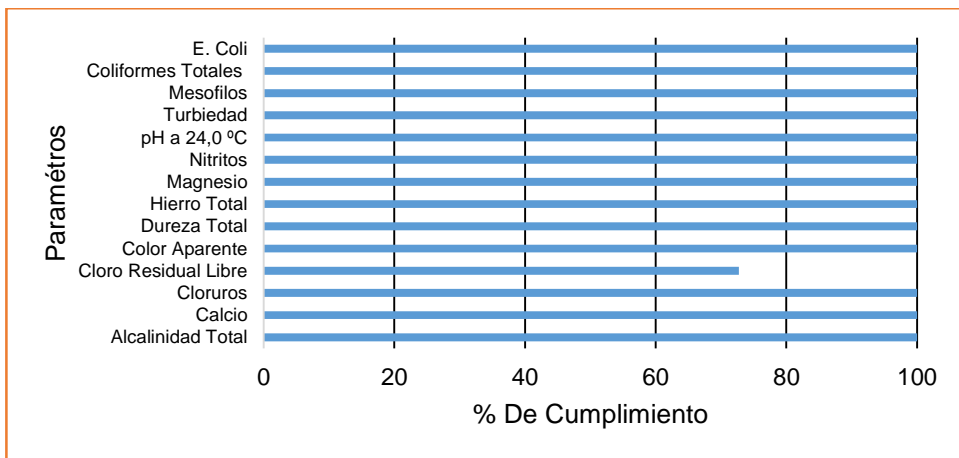


Fuente: Elaboración propia.

7.2.3 Resultados PALMEÑA

La PTAP PALMEÑA del municipio de Palmas del Socorro suministró 11 muestras para análisis de laboratorio. La gráfica 13 muestra el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable entregadas por la empresa, de igual forma se observa que el parámetro físico-químico cloro residual libre no cumple en un 100% debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

Gráfica 13. Muestras potables (PALMEÑA)



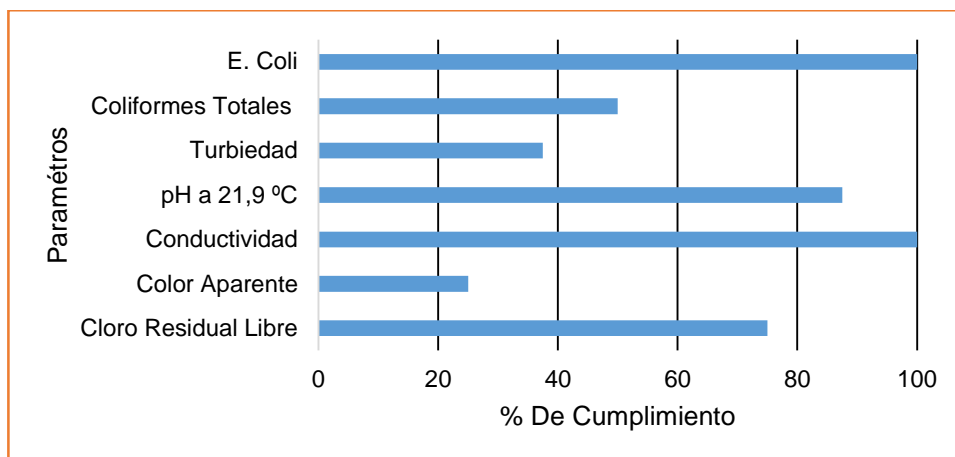
Fuente: Elaboración propia.

7.2.4 Resultados CORAGUAS (Servicio de toma de muestra fue prestado por la empresa ECOSISTEMAS) 42 muestras suministradas. La presentación de estos resultados se realizará por cada una de las PTAP que conforman la empresa prestadora de servicios del municipio de Guapotá.

7.2.4.1 Resultados PTAP Cabras

El laboratorio recepcionó un total de 8 muestras para análisis de agua potable provenientes de la PTAP Cabras del municipio de Guapotá. En la gráfica 14 se observa el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa Ecosistemas, se observa que todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados a excepción del parámetro conductividad y *E. Coli*, no cumplen en un 100%, debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

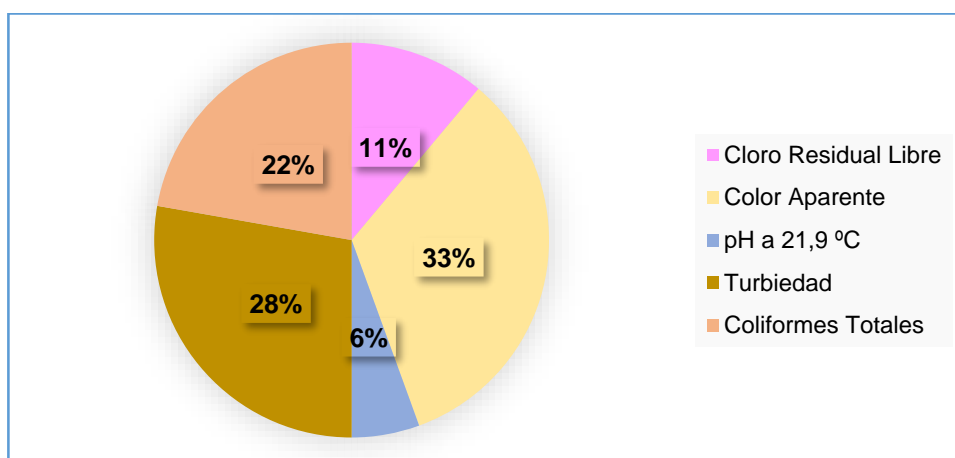
Gráfica 144. Muestras potables (PTAP Cabras)



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 15 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, el color aparente con un 33% representa el mayor porcentaje de incumplimiento al igual que el parámetro físico turbiedad con un 28%; seguidos con un 22% por el parámetro microbiológico coliformes totales. Estos resultados alteran el índice de calidad del agua para consumo humano, por no cumplir con los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 155. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Cabras)

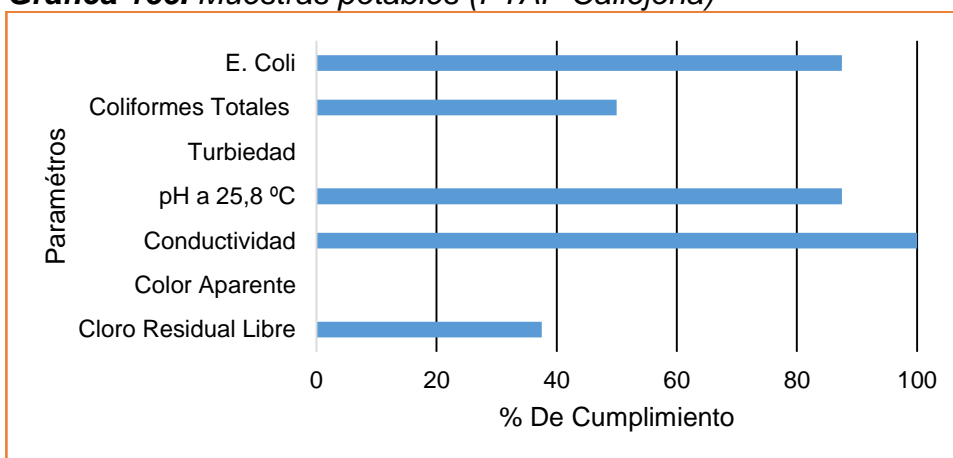


Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.2 Resultados PTAP Callejona

El laboratorio recepcionó un total de 8 muestras para análisis de agua potable provenientes de la PTAP Callejona del municipio de Guapotá. La gráfica 16 expone el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa Ecosistemas, se observa que todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados a excepción del parámetro conductividad, no cumplen en un 100% debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

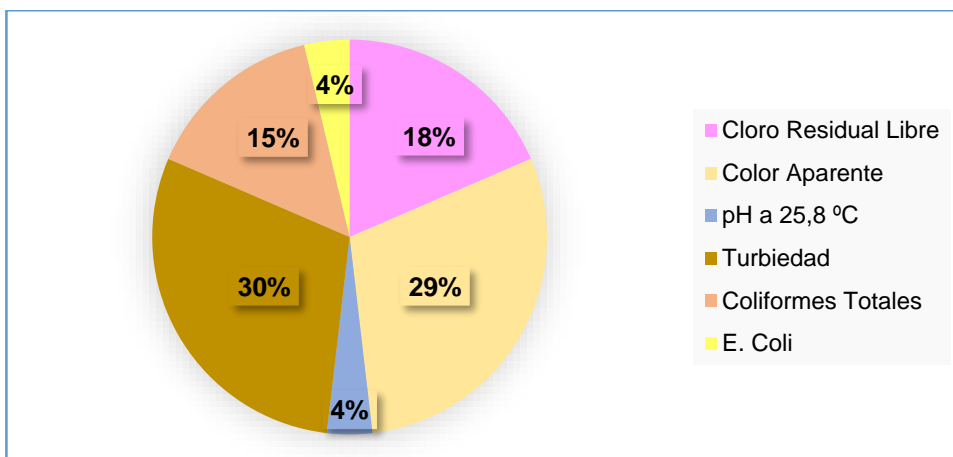
Gráfica 166. Muestras potables (PTAP Callejona)



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 17 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, la turbiedad con un 30% y el color aparente con 29% representan el mayor porcentaje de incumplimiento, por otra parte, los parámetros pH y coliformes totales representan los porcentajes más bajos de incumplimiento con un 4% c/u. Estos resultados alteran el índice de calidad del agua para consumo humano, por el no cumplimiento de los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 177. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Callejona)

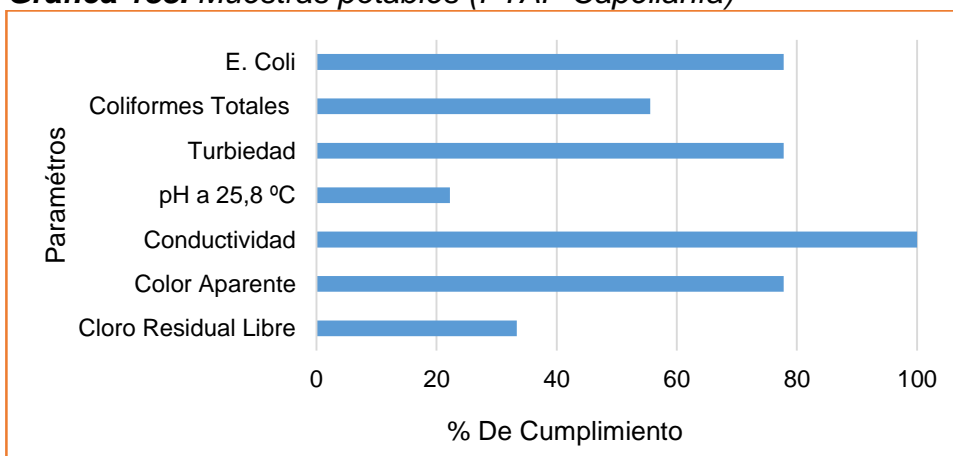


Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.3 Resultados PTAP Capellanía

El laboratorio recepcionó un total de 9 muestras para análisis de agua potable provenientes de la PTAP Capellanía del municipio de Guapotá. La gráfica 18 muestra el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa Ecosistemas, se observa que todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados a excepción del parámetro conductividad no cumplen en un 100%, debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

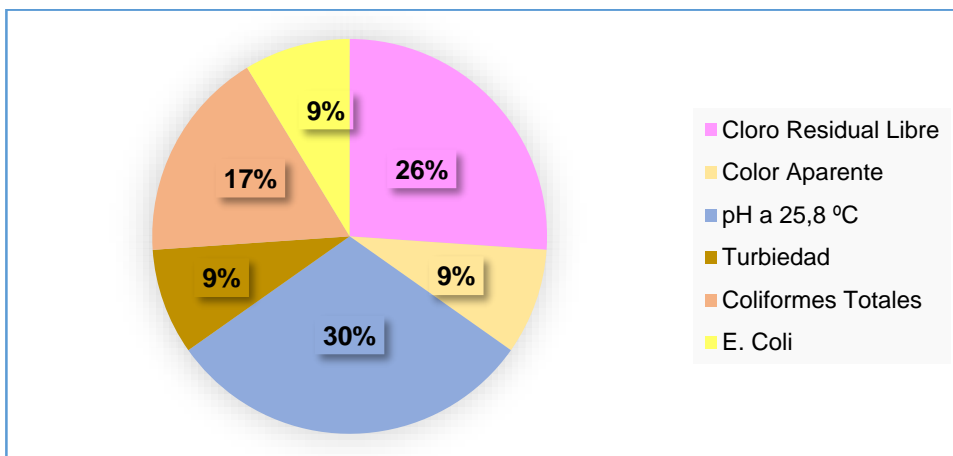
Gráfica 188. Muestras potables (PTAP Capellanía)



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la gráfica 19 que del 100% de los parámetros incumplidos, el pH con un 30% y el cloro residual libre con 26% representan el mayor porcentaje de incumplimiento, por otra parte, el parámetro físico turbiedad y microbiológicos coliformes totales y *E. Coli* representan el porcentaje más bajo con un 9% c/u. Estos resultados alteran el índice de calidad del agua para consumo humano por el no cumplimiento de los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 19. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Capellanía)

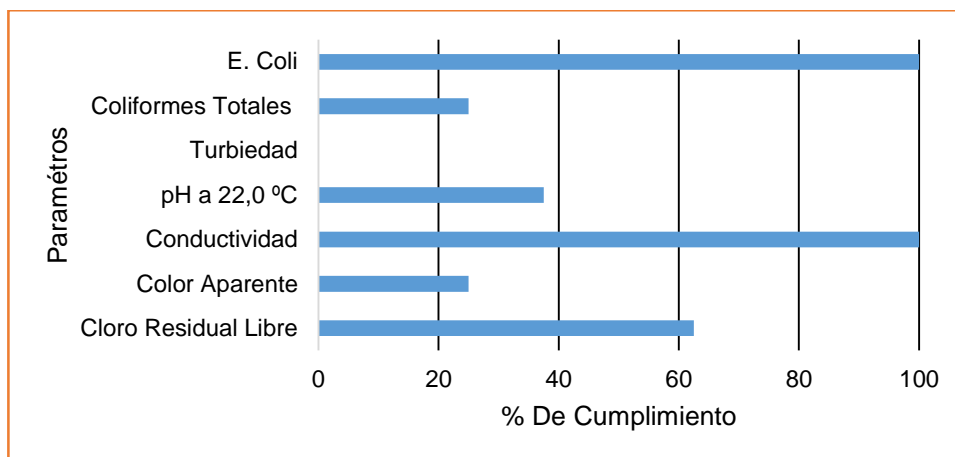


Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.4 Resultados PTAP Gualilos

El laboratorio recepcionó un total de 8 muestras para análisis de agua potable provenientes de la PTAP Gualilos del municipio de Guapotá. En la gráfica 20 se representa el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa Ecosistemas, se evidencia que todos los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados a excepción del parámetro conductividad y *E. Coli*, no cumplen en un 100% debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

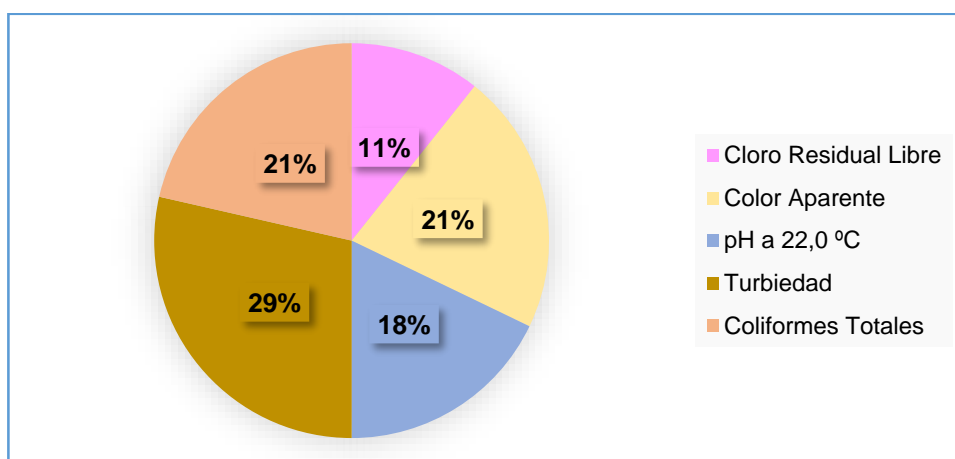
Gráfica 190. Muestras potables (PTAP Gualilos)



Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 21 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, con un 29% la turbiedad representa el mayor porcentaje de incumplimiento, seguida por el parámetro físico pH y microbiológico coliformes totales con un 21% c/u. Estos resultados alteran el índice de calidad del agua para consumo humano por el no cumplimiento de los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 201. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Gualilos)

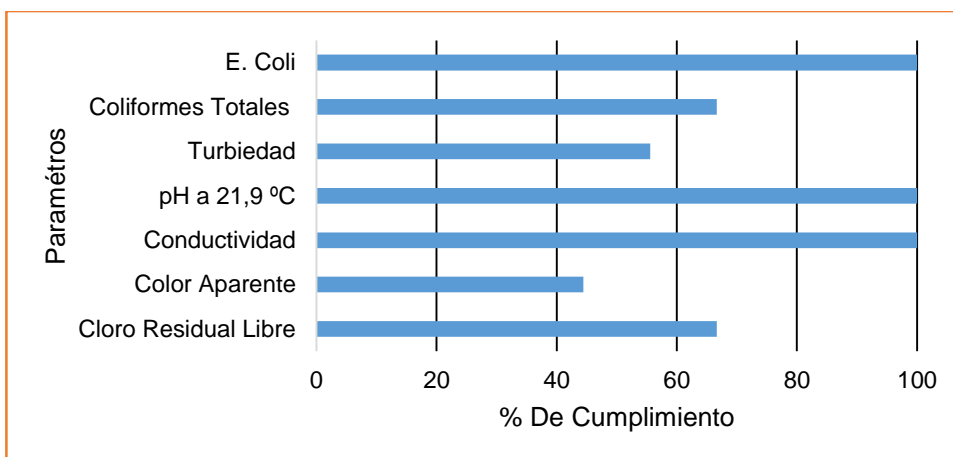


Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.5 Resultados PTAP Casco urbano

El laboratorio recepcionó un total de 9 muestras para análisis de agua potable provenientes de la PTAP Casco urbano del municipio de Guapotá. La gráfica 22 muestra el porcentaje de cumplimiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos caracterizados en las muestras de agua potable suministradas por la empresa Ecosistemas, de igual forma permite observar que los parámetros físico-químicos (cloro residual libre, color aparente y turbiedad) y microbiológico (coliformes totales) no cumplen en un 100%, debido a resultados obtenidos fuera de los valores máximos aceptables del agua para consumo humano según resolución 2115 de 2007.

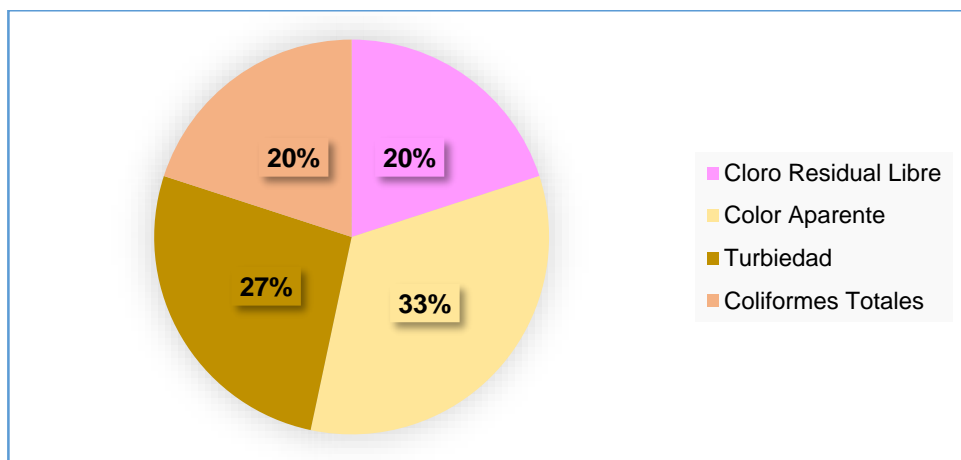
Gráfica 212. Muestras potables (PTAP Casco Urbano)



Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 23 permite observar que del 100% de los parámetros incumplidos, con un 33% el color aparente y con un 27% la turbiedad representan el mayor porcentaje de incumplimiento, seguida por el parámetro físico cloro residual libre y microbiológico coliformes totales con un 20% c/u. Estos resultados, alteran el índice de calidad del agua para consumo humano dado por el no cumplimiento de los valores máximos aceptables de acuerdo a lo expuesto en la resolución 2115 de 2007.

Gráfica 223. Porcentaje parámetros no cumplidos (PTAP Casco Urbano)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: los informes técnicos realizados de acuerdo a las visitas ejecutadas a las diferentes PTAP se encuentran en carpeta digital (ver, [Anexo 3](#)).

7.3 Desarrollo de actividades propias del laboratorio

Dentro de las actividades ejecutadas en el laboratorio de aguas y microbiología durante el desarrollo de la pasantía, se realizó un balance de cada una de estas en el cual se muestra los logros y la mejora que se obtuvo al efectuar un comparativo con periodos anteriores.

En la tabla 2 se expone un comparativo del total de muestras recepcionadas, efectuado para los cuatro últimos periodos en los cuales se ha prestado el servicio de análisis físico-químico y microbiológico de agua natural y potable por parte del laboratorio de aguas y microbiología.

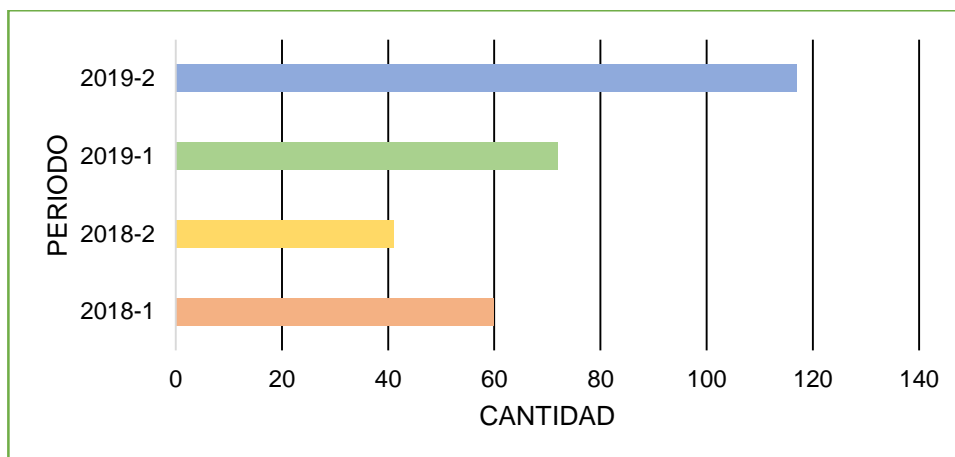
Tabla 2. *Recepción de muestras (comparativo por periodo)*

COMPARATIVO DEMANDA DE MUESTRAS	
PERIODO	CANTIDAD
2018-1	60
2018-2	41
2019-1	72
2019-2	117
INCREMENTO 2019-2 CON RESPECTO 2019-1	62,5%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 24 se puede observar que para el periodo 2019-2 se obtuvo un incremento en la recepción de muestras de agua natural y potable, en el cual se registró un incremento del 62.5% en comparación con el periodo 2019-1, periodo para el cual se logró la recepción de 72 muestras (2019-1) y 117 muestras (2019-2). Estos resultados demuestran que el laboratorio de aguas y microbiología a nivel regional se está dando a conocer.

Gráfica 234. Muestras recepcionadas por periodo



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 establece un histórico del total de muestras recepcionadas por tipo de cliente, esta se basa en realizar un registro de la cantidad de muestras suministradas por dos tipos de clientes (particulares y convenios), durante los últimos 4 semestres en los cuales el laboratorio de aguas y microbiología ha ofrecido sus servicios de análisis físico-químicos y microbiológicos de agua natural y potable.

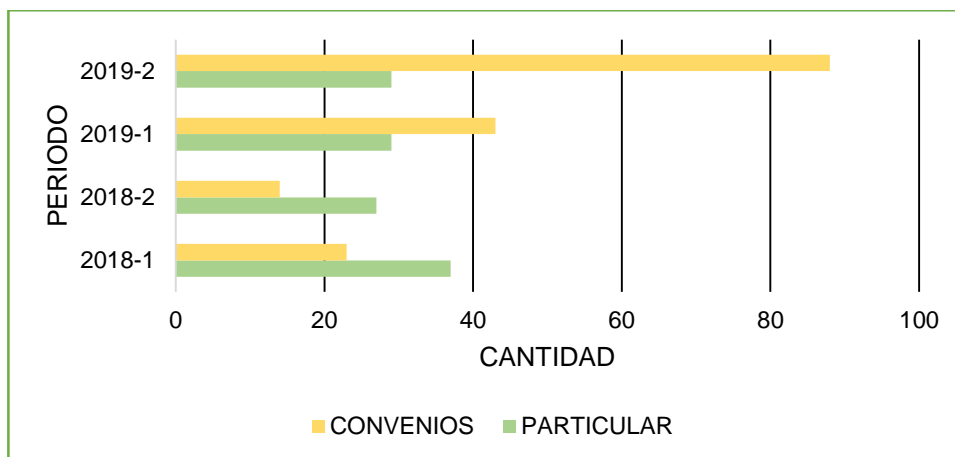
Tabla 3.Recepción de muestras (tipo de cliente)

Muestras por tipo de cliente		
	CANTIDAD	
PERIODO	PARTICULAR	CONVENIOS
2018-1	37	23
2018-2	27	14
2019-1	29	43
2019-2	29	88

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 25 permite observar un descenso de recepción de muestras a clientes particulares de los cuatro periodos en comparación, manteniéndose constante en los periodos del 2019. La recepción de muestras a clientes por convenio ha aumentado aceleradamente en más del 100% en el último periodo, estos resultados positivos permiten dar a conocer los excelentes servicios prestados por el laboratorio, el cual tiene como finalidad incrementar la demanda de los mismos.

Gráfica 245. Muestras recepcionadas por tipo de cliente



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 presenta un registro con el total de muestras recepcionadas por cada uno de los convenios en mención, en esta se especifica el tipo de muestra de agua y la cantidad suministradas por los mismos durante el periodo 2019-2 al laboratorio de aguas para sus respectivos análisis.

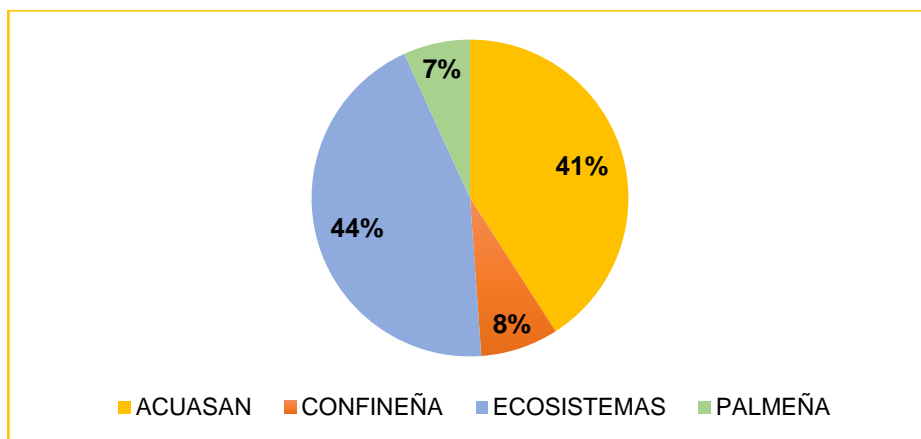
Tabla 4. Muestras recepcionadas por convenio (2019-2)

ENTIDAD / TIPO	CANTIDAD		
	NATURAL	POTABLE	TOTAL
ACUASAN	6	30	36
CONFINEÑA	0	7	7
ECOSISTEMAS	3	36	39
PALMEÑA	1	5	6

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 26 se observan grandes diferencias en la cantidad de muestras suministradas por cada uno de los convenios, la entidad prestadora de servicios ECOSISTEMAS y ACUASAN EICE E.S.P representan los porcentajes más altos superando el 40% c/u. A diferencia de las empresas prestadoras de servicios PALMEÑA Y CONFINEÑA las cuales se ven representadas por debajo del 10% c/u, del total de las muestras recepcionadas a los convenios vigentes en el laboratorio de aguas y microbiología campus Majavita.

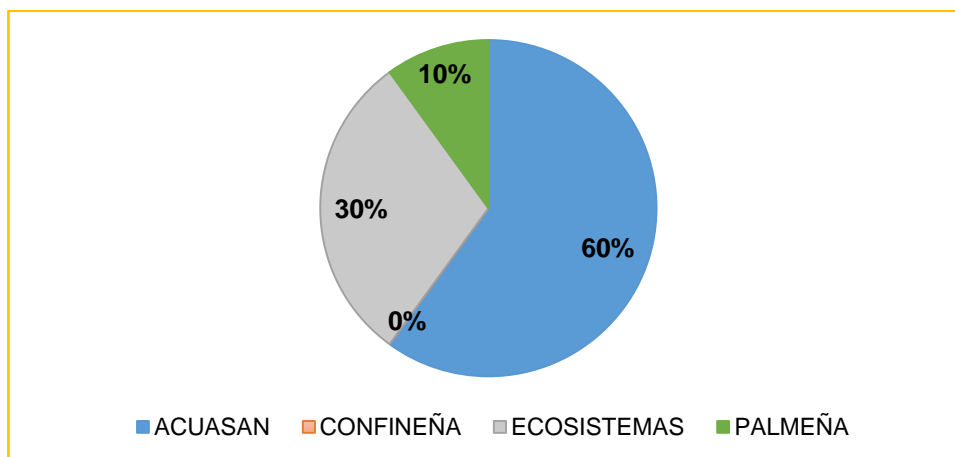
Gráfica 256. Porcentaje de muestras recepcionadas por convenio



Fuente: Elaboración propia.

De otro lado, de acuerdo a la gráfica 27 se puede observar que el 60% de las muestras naturales procesadas en el laboratorio de aguas y microbiología fueron suministradas por la empresa prestadora de servicios ACUASAN EICE E.S.P, seguida por la entidad prestadora de servicios ECOSISTEMAS con un suministro del 30%; la empresa prestadora de servicios públicos CONFINEÑA no suministró muestra de agua natural.

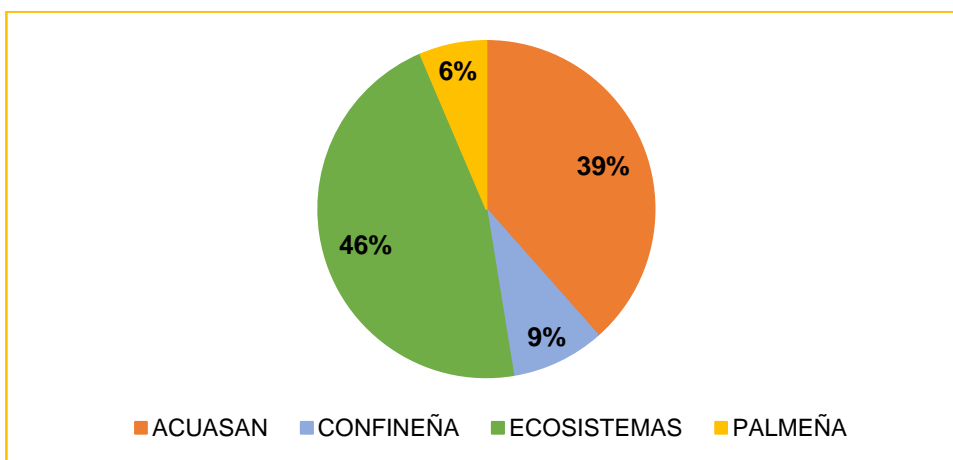
Gráfica 267. Muestras naturales suministradas por convenio



Fuente: Elaboración propia.

Se observa según la gráfica 28 que, del total de las muestras potables suministradas por los convenios, el 46% pertenece a la entidad prestadora de servicios ECOSISTEMAS y un 39% a la empresa prestadora de servicios públicos ACUASAN EICE E.S.P, siendo estos dos convenios los que realizaron la mayor cantidad de suministros de muestras de agua potable al laboratorio de aguas y microbiología para los respectivos análisis de caracterización acordados en los respectivos contratos.

Gráfica 278. Muestras potables suministradas por convenio



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se muestra la tabulación de las prácticas realizadas en el laboratorio de aguas y microbiología por parte de los estudiantes activos en el periodo 2019-2, en el cual se brindó acompañamiento por parte del auxiliar en las diferentes prácticas formativas y de investigación (proyectos de grado, hidrología, procesos, investigación, cuencas hidrográficas y analítica), en las cuales se llevó un registro físico diligenciado por los representantes de cada equipo de trabajo.

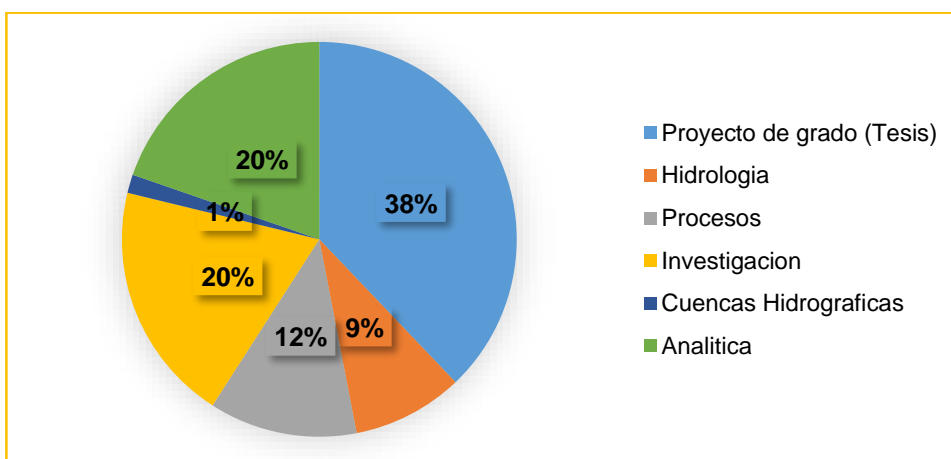
Tabla 5. Registro de prácticas académicas, tesis e investigaciones formativas

PRÁCTICAS DE LABORATORIO 2019-2				
Asignatura	Programa	Prácticas	N°. Estudiantes	Horas
Proyecto de grado (Tesis)	Ing. Ambiental	25	43	86
Hidrología	Ing. Ambiental	6	14	13
procesos	Ing. Ambiental	8	23	33
Investigación	Ing. Ambiental-Zootecnia	13	32	44
Cuencas hidrográficas	Ing. Ambiental	1	5	2
Analítica	Ing. Ambiental	13	30	44
Total		66	147	222

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 29 se observa que el 38% de prácticas realizadas en el laboratorio de aguas están representadas por estudiantes que se encuentran realizando trabajos de grado para lograr obtener el título profesional mientras que las prácticas académicas de analítica y las investigaciones formativas, representan el 20% de asistencia c/u. De igual forma se puede determinar que las practicas académicas de asignaturas como procesos, hidrología y cuencas hidrográficas representan los porcentajes de asistencia más bajos, siendo esta última la práctica académica que se realizó con menos frecuencia.

Gráfica 29. Prácticas realizadas en el laboratorio de aguas



Fuente: Elaboración propia.

7.4 Diagnóstico inicial del Sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas y microbiología

A continuación, en las tablas 6 y 7 se muestran apartes del diagnóstico inicial del laboratorio, elaborado con base en la NTC/ISO/17025 de 2017 la cual hace énfasis en los requisitos generales de los laboratorios de ensayo y calibración, aplicando los ítems de evaluación establecidos a partir de la sección 5 (requisitos estructurales) hasta la sección 8 (requisitos del sistema de gestión), se elaboró una matriz completa en excel (ver, Anexo 8).

Tabla 6. Matriz diagnóstico inicial del laboratorio de aguas y microbiología en base a la NTC-ISO/17025 (aparte 1)

SECCIÓN	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO	SI	NO	COMENTARIOA/POLÍTICA/PROCEDIMIENTO/REGISTRO
5	Requisitos estructurales			
5.3	¿El laboratorio define y documenta el rango de actividades de laboratorio en las cuales está en conformidad con este documento? ¿El laboratorio solo reclama la conformidad con este documento para este rango de actividades de laboratorio, lo que excluye aquellas provistas externamente?		X	Implementar
	El laboratorio debe:			
5.5	c) documentar sus procedimientos en la medida necesaria para garantizar la aplicación coherente de sus actividades de laboratorio y la validez de los resultados	X		Manual de calidad 2012
6	Requisitos de Recursos			
6.2	Personal			
6.2.2	¿El laboratorio documenta los requisitos de competencia para cada función que influyen en los resultados de las actividades de laboratorio, incluidos los requisitos de educación, calificación, capacitación, conocimientos técnicos, habilidades y experiencia?		X	Gestión Humana
6.2.5	¿El laboratorio tiene procedimiento (s) y retiene registros para:			
	a) determinar los requisitos de competencia?		X	Gestión Humana
	b) La selección de personal?		X	Gestión Humana
	c) La capacitación al personal?		X	Gestión Humana
	d) La supervisión del personal?		X	Gestión Humana
	e) La autorización al personal?		X	Gestión Humana
	f) El monitoreo de la competencia del personal?		X	Gestión Humana
6.3	Instalaciones y condiciones ambientales			
6.3.2	¿Se documentan los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarios para la realización de las actividades de laboratorio?	X		Requisitos para las instalaciones y condiciones ambientales de laboratorio. versión 2012 "revisar"
6.3.3	¿El laboratorio monitorea, controla y registra las condiciones ambientales de acuerdo con las especificaciones, métodos o procedimientos relevantes o cuando influyen en la validez de los resultados?		X	Implementar

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Matriz diagnóstico inicial del laboratorio de aguas y microbiología en base a la NTC-ISO/17025 (aparte2)

SECCIÓN	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO	SI	NO	COMENTARIOA/POLÍTICA/PROCEDIMIENTO/REGISTRO
7.8.2.1	Cada reporte incluirá al menos la siguiente información, a menos que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo, minimizando así cualquier posibilidad de malentendido o uso indebido:			
	a) un título (Ej.: "Reporte de Prueba", "Certificado de Calibración" o "Reporte de Muestreo");	x		Incompleto revisar
	b) el nombre y dirección del laboratorio;	x		Incompleto revisar
	c) la ubicación donde se realizan las actividades de laboratorio, incluso cuando se realizan en una instalación del cliente o en sitios alejados de las instalaciones permanentes del laboratorio, o en instalaciones temporales o móviles asociadas;	x		Incompleto revisar
	d) identificación única de que todos sus componentes se reconocen como una parte de un reporte completo y una identificación clara del final;	x		Revisar
	e) el nombre e información de contacto del cliente;	x		Revisar conformidad con la norma
	f) identificación del método utilizado;	x		Revisar
	g) una descripción, identificación inequívoca y, cuando sea necesario, la condición del artículo;	x		Codigo interno de la muestra
	h) la fecha de recepción de la prueba o elemento(s) de calibración, y la fecha del muestreo, cuando esto es crítico para la validez y aplicación de los resultados;	x		Informe de resultados (incompleta)
	i) la(s) fecha(s) en las que se realizó la actividad de laboratorio;	x		Informe de resultados (incompleta)
	j) la fecha en la que se emitió el reporte;	x		Informe de resultados
	k) referencia al plan y método de muestreo utilizado por el laboratorio u otros organismos, cuando estos sean relevantes para la validez o aplicación de los resultados;	x		No aplica
	l) una declaración en el sentido de que los resultados se refieren solo a los elementos probados, calibrados o muestreados;	x		Indagar item
	m) los resultados con, cuando sea apropiado, las unidades de medición;	x		Informe de resultados
	n) adiciones, desviaciones o exclusiones del método;		x	Revisar/indagar
	o) identificación de la(s) persona(s) que autoriza(n) el reporte;	x		Informe de resultados
	p) clara identificación cuando los resultados son de proveedores externos.	x		No aplica
7.8.3	Requisitos específicos para reportes de prueba			
7.8.3.1	Además de los requisitos enumerados en 7.8.2, los reportes de prueba incluirán, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados de la prueba, lo siguiente:			
	a) información sobre condiciones específicas de la prueba, como las condiciones ambientales;	x		Revisar/indagar
	b) cuando sea relevante, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (ver 7.8.6);	x		
	c) cuando corresponda, la incertidumbre de medición presentada en la misma unidad que la del mensurando o en un término relativo al mensurando (por ejemplo, porcentaje) cuando:		x	Implementar
	— sea importante para la validez o aplicación de los resultados de la prueba;	x		
	— lo requiere la instrucción del cliente, o		x	Implementar
	d) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (ver 7.8.7);		x	Implementar

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se muestran los resultados del diagnóstico inicial, obtenidos luego de aplicar la NTC-ISO/17025 y evaluar el sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas, de acuerdo a cada uno de los ítems establecidos de la norma en mención, en esta se especifica el total de cumplidos y no cumplidos y el porcentaje de cumplimiento en el cual se encuentra el laboratorio.

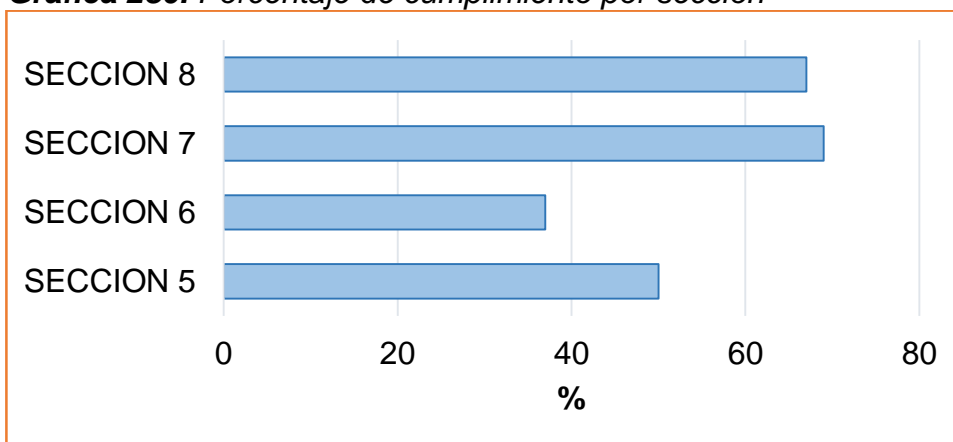
Tabla 8. Resultados diagnóstico inicial del laboratorio, ítems según NTC-ISO 17025

SECCION	EVALUACION DE CUMPLIMIENTO		CUMPLE	NO CUMPLE	Total item	% Cumplimiento
5	Requisitos estructurales	General	1	1	2	50
6	Requisitos de Recursos	personal	0	7	19	37
		Instalaciones y condiciones ambientales	1	1		
		Equipos	6	3		
		Trazabilidad metrológica	0	1		
7	Requisitos del Procedimiento	Revisión de solicitudes, ofertas y contratos	1	0	74	69
		Métodos de selección, verificación y validación	6	2		
		Muestreo	6	2		
		Manejo de los elementos de prueba o Calibración	0	1		
		Registros técnicos	1	0		
		Garantizar la validez de los resultados	28	10		
		Quejas	9	8		
8	Requisitos del sistema de gestión	General	1	1	49	67
		Documentación del sistema de gestión (Opción A)	5	0		
		Control de la documentación del sistema de gestión (Opción A)	4	2		
		Control de los registros (Opción A)	2	0		
		Acciones para incluir los riesgos y oportunidades (Opción A)	11	0		
		Acción correctiva (Opción A)	10	0		
		Acción correctiva (Opción A)	0	8		
		Revisión por la dirección (Opción A)	0	5		
	TOTAL		92	52	144	64

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 30 se observa que de acuerdo al diagnóstico inicial realizado al sistema de gestión de calidad del laboratorio la valoración de cumplimiento por parte de este es baja, la sección 7 (requisitos del procedimiento) y 8 (requisitos del sistema de gestión) muestran un mayor cumplimiento acercándose al 70%. Por otra parte, se requiere que el laboratorio enfatique con prioridad en los requerimientos especificados en la sección 6 (requisitos de recursos) ya que esta no supera el 40% de cumplimiento y es necesaria para lograr obtener un excelente diagnóstico del sistema de gestión de calidad.

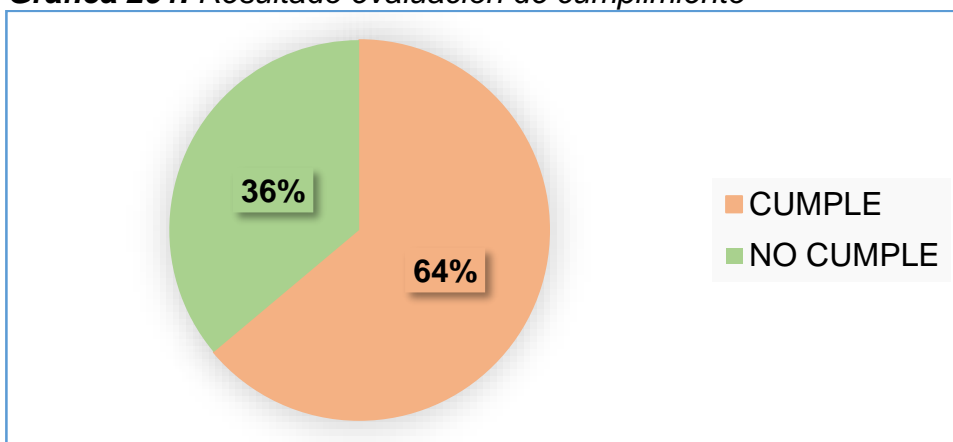
Gráfica 280. Porcentaje de cumplimiento por sección



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 31 se concluye que el sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas y microbiología cumple con el 64% de los requisitos expuestos por la NTC-ISO/17025 DE 2017 y, que es prioridad para el laboratorio trabajar en el mejoramiento de los aspectos restantes, los cuales permitirán a este, aspirar una acreditación futura, si esta llega hacer la meta propuesta por los directivos.

Gráfica 291. Resultado evaluación de cumplimiento



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 9, se puede observar que los parámetros de la muestra de agua potable suministrada por el cliente cumplen con los criterios de la Resolución 2115/2007 del Ministerio de Protección Social.

Tabla 9. Resultados de una muestra de agua potable

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	RESOLUCIÓN 2115/07	TÉCNICA
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	46.2	< 200	Volumétrica / SM 2320 B
Calcio	mg/L Ca	18.6	60	Volumétrica- EDTA / SM 3500-Ca B
Cloruros	mg/L Cl ⁻	2.5	250	Volumétrica / SM 4500-Cl ⁻ B
Cloro Residual Libre	mg/L Cl ₂	0.48	0,3 – 2,0	DPD- colorimétrica / SM 4500-Cl G
Color Aparente	UPC	0.6	15	Colorimétrica
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	52.3	300	Volumétrica- EDTA / SM 2340 C
Hierro Total	mg/L Fe	0.02	0,3	HCl-Colorimétrica / SM 3500-Fe B
Magnesio	mg/L Mg	1.4	36	Volumétrica- EDTA / SM 3500- Mg B.
Nitritos	mg/L N- NO ₂ ⁻	<0,01	0,1	Colorimétrica /SM 4500-NO ₂ ⁻ B
pH a 25,9 °C	Unidad pH	7.41	6,5 – 9,0	Potenciométrica / SM 4500 – H ⁺ B
Turbiedad	UNT	0.42	≤ 2	Nefelométrica / SM 2130
Mesofilos	UFC/100mL	0	100	Filtración por membrana /SM 9222 B
Coliformes Totales	UFC/100mL	0	0	
E. Coli	UFC/100mL	0	0	
OBSERVACIONES: Muestra suministrada por el cliente				

Fuente: Laboratorio de aguas y microbiología.

De acuerdo a los resultados de la tabla 10, la muestra de agua natural presenta condiciones óptimas para su previo tratamiento, el cual se deberá recomendar según el uso y disposición que desee dar el cliente.

Tabla 10. Resultados de una muestra de agua natural

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	TÉCNICA
Alcalinidad Total	mg/L CaCO_3	63.6	Volumétrica / SM 2320 B
Cloruros	mg/L Cl^-	2.4	Volumétrica / SM 4500- Cl^- B
Color Aparente	UPC	39.3	Colorimétrica
Dureza Total	mg/L CaCO_3	66.7	Volumétrica-EDTA / SM 2340 C
Nitratos	mg/L N-NO_3^-	0.15	Colorimétrica / SM 4500- NO_3^- H
Nitritos	mg/L N-NO_2^-	<0,01	Colorimétrica /SM 4500- NO_2^- B
pH a 20,1 °C	Unidad pH	6.88	Potenciométrica / SM 4500 – H^+ B
Sulfatos	mg/L SO_4^{2-}	7.0	Nefelométrica / SM 4500- SO_4^{2-} E
Turbiedad	UNT	4.11	Nefelométrica / SM 2130
OBSERVACIONES: Muestra suministrada por el cliente.			

Fuente: Laboratorio de aguas y microbiología.

Nota: los resultados de las muestras recepcionadas y analizadas en el periodo 2019-2 se encuentran en forma digital (ver, Anexo 9).

8. CONCLUSIONES

- En el periodo 2019-2 el laboratorio de aguas y microbiología aumentó en un 62,5% la recepción de muestras de agua natural y potable con respecto al periodo 2019-1 por lo que hubo también mucha más población beneficiada por los mismos.
- Las empresas prestadoras de servicios a nivel regional son la base fundamental que permiten fortalecer la responsabilidad social de los profesionales. La prestación del servicio de análisis de aguas genera confianza en los clientes debido a la calidad de los resultados emitidos, los cuales, les permitirán solucionar oportunamente los aspectos que puedan afectar la calidad del servicio, garantizando así una mejor calidad de vida a la población.
- Existen grandes diferencias en la calidad del agua suministrada por las empresas prestadoras de servicios, el incumplimiento de los parámetros por parte de cada una de estas siempre fueron los mismos, resultados que hicieron más fácil trabajar de manera directa en la corrección y control de los fenómenos que afectaron cada una de las muestras caracterizadas en el laboratorio aguas y microbiología campus Majavita.
- El trabajo desarrollado en el laboratorio de aguas y microbiología permitió enriquecer el conocimiento profesional, para el cual fue recibida una previa formación, aclarando cada una de las dudas que en su momento surgieron con respecto a la calidad del agua para consumo humano, además de fortalecer la ética profesional como ingeniero ambiental, esta experiencia permitió direccionar ideas que buscan aportar al excelente aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales, con el fin de contribuir a la sociedad, pensando en el bienestar de un ambiente sano para las futuras generaciones.
- Para las entidades prestadoras de servicios ofrecer con excelente calidad los mismos, es sin duda el mayor de sus retos, pero existen fenómenos naturales y antrópicos que obstruyen este logro. Las lluvias torrenciales y el mal procedimiento de operación de los sistemas en su momento afectaron las características físico-químicas y microbiológicas de las muestras analizadas.

- El sistema de gestión de calidad del laboratorio de aguas y microbiología, requiere con prioridad trabajar en el mejoramiento de los aspectos que no se cumplieron en el diagnóstico inicial realizado con base en la NTC-ISO/17025, ya que de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos este, solo cumple el 64% de los requisitos expuestos por la norma en mención. Esto le permitirá fortalecerse como entidad prestadora de servicios de calidad y apostar a futuro por la obtención de una acreditación.

9. RECOMENDACIONES

Continuar con las visitas de acompañamiento a las empresas de servicios públicos, esto les facilitara realizar una excelente prestación del servicio a las poblaciones al recibir asesoría oportuna, que ayudara a mitigar y controlar los fenómenos, que resultan alterando la calidad del agua para el consumo humano. De esta manera se fortalece la política social del laboratorio y la Universidad Libre, la cual tiene como principal objetivo velar por la salud y el bienestar de las comunidades.

Seguir implementado estrategias que permitan aumentar la demanda de clientes particularmente convenios, debido a que estos son los que generan mayores ingresos de manera continua al laboratorio de aguas.

Continuar con la revisión del diagnóstico ISO 17025, este requiere de una revisión adecuada y eficaz de manera que permita actualizar e identificar el estado y ubicación de la documentación. Ítem requerido por la secretaria de salud de Santander.

10. BIBLIOGRAFÍA

Ramírez Tarazona, J. V. (2017). El sentido ético en la responsabilidad social: economía, innovación y medio ambiente. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/enec/v27n50/2619-6573-enec-27-50-15.pdf>

Guido Poveda, B. & Joe Parrales, V (2018). "Una visión a la Responsabilidad Social Ambiental en el Ecuador", Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/delos/31/guido-poveda4>.

Bolívar Carreño, C. P. (2006). Elaboración de la documentación del numeral 4. requisitos de gestión y 5.2. personal, correspondientes a la norma técnica colombiana NTC ISO/IEC 17025 para el laboratorio MICROBIÓLOGOS ASOCIADOS LTDA. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis259.pdf>

Resolución No. 0330. (2017). Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>

Norma técnica colombiana NTC-ISO/IEC 17025. (2005). Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Universidad Libre. (2012). Resolución No. 04, artículo 3. Obtenido de <http://www.unilibre.edu.co/la-universidad/ul/421-acerca-de-nuestra-politica-ambiental>

Rodríguez Benavides, G. & Blanco Sáenz, R. (2001). Aseguramiento de la calidad analítica y norma ISO 17 025 en laboratorios clínicos y químicos. Revista costarricense de ciencias médicas. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29482001000100009

Guzmán, B. L., Nava, G., & Díaz Bevilacqua, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(Sup2), 177-90. Obtenido de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>

11. ANEXOS

Anexo 1. Informe visitas a las PTAP

Anexo 2. Formatos de inspección a las PTAP

Anexo 3. Carpeta informe técnico de visitas a las PTAP

Anexo 4. Resultados de convenios

Anexo 5. Estadístico de Muestras y Actividades realizadas

Anexo 6. Curvas de calibración

Anexo 7. Carpeta cartas de control

Anexo 8. Diagnostico-ISO-17025

Anexo 9. Resultados de análisis 2019

Anexo 10. Equipos y Materiales

Anexo 11. Registro Fotográfico

Nota: Los anexos se encuentran en CD que se entrega junto a este documento.